

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление 27.03.04 «Управление в технических системах»

Кафедра автоматики и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы автоматической регистрации посещаемости аудитории на основе Arduino

УДК 621.398:654.935

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8A21	Ручкин Илья Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. АИКС	Паньшин Г.Л			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. Менеджмента	Николаенко В.С			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Антоневич О.А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Фадеев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Кафедра автоматизации и компьютерных систем
Направление 27.03.04 «Управление в технических системах»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АиКС ИК
_____ Фадеев А.С

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8А21	Ручкину Илье Александровичу

Тема работы:

Разработка системы автоматической регистрации посещаемости аудитории на основе Arduino	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Контроллер Wemos D1 R2, RFID RC522, Servo DTX
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Организация взаимодействия считывающего устройства с базой данных на веб сервере
Перечень графического материала	Презентация в формате ppt, выполненная на 14 слайдах

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко В.С
Социальная ответственность	Антоневич О.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику:	04.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. АИКС	Паньшин Г.Л			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А21	Ручкин Илья Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт кибернетики
 Кафедра автоматизации и компьютерных систем
 Направление 27.03.04 «Управление в технических системах»
 Уровень образования – бакалавр
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	.
--	---

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2016 г.	Основная часть	75
20.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2016 г.	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. АИКС	Паньшин Г.Л			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Фадеев А.С	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8A21	Ручкину Илье Александровичу

Институт	ИК	Кафедра	АиКС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	27.03.04 «Управление в технических системах»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ.
2. Планирование проведения и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИ, разработка графика проведения НИ, планирование бюджета НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НИ.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. Менеджмента	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8A21	Ручкин Илья Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8A21	Ручкину Илье Александровичу

Институт	Кибернетики	Кафедра	АИКС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В выпускной квалификационной работе разрабатывается система автоматической регистрации посещаемости аудитории. Данная система разрабатывается на основе микроконтроллера Arduino. Разработка происходит в 10 корпусе ТПУ. Областью применения могут являться предприятия любого сегмента.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства). пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> - недостаточная освещенность рабочей зоны; -повышенный уровень электромагнитных излучений; - повышенная напряжённость электрического поля; - повышенная или пониженная влажность воздуха; - повышенный уровень шума.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> - электрический ток (источником является ПК);
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны 	Утилизация люминесцентных ламп.

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды</p>	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	Возможно ЧС техногенного характера: пожар
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	Организация рабочего места осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8A21	Ручкин Илья Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалифицированная работа содержит 92 страниц текста, 18 рисунков, 21 таблиц, 3 приложения, 14 литературных источников.

Ключевые слова: запорный механизм, Arduino, Wemos D1 R2, веб сервер, Wi-Fi.

Цель работы: создать проект для учета регистрации посещаемости аудитории и дистанционного отслеживания журнала посещаемости. Разработка данного проекта ведется на базе микроконтроллера Arduino, в среде разработки Arduino IDE.

В процессе выполнения работы использовалась среда разработки Arduino IDE 1.6.9 для написания программы, были использованы стандартные библиотеки, а также библиотеки SPI.h, MFRC522.h, ESP8266WiFi.h, Servo.h.

В первой главе основной части было проведено исследование системы учета посещаемости, выбор запорного устройства и технологии дистанционного отслеживания.

Во второй главе основной части был произведен выбор основных устройств, используемых в системе, а именно: объекта управления, ключа идентификации и радиочастотного считывателя.

В третьей главе было последовательно описан алгоритм разработки системы учета посещаемости.

В четвертой главе было выполнено задание по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Были использованы базовые и профессиональные знания в области проектного и финансового менеджмента.

В пятой главе выполнено задание по разделу «Социальная ответственность». Проанализированы проектируемая технология, рабочие места на предмет выявления основных техносферных опасностей и вредностей, оценена степень их воздействия на человека, окружающую среду, сформулированы методы защиты от них.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	8
ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 Исследование систем учёта посещаемости	14
1.1 Виды запорных устройств	14
1.1.1 Кодовый замок	15
1.1.2 Электронный замок с картой	15
1.1.3 Биометрическая аутентификация.....	16
1.1.4 Обоснование выбора запорного устройства	17
1.2 Дистанционное отслеживание.....	18
1.3 Виды дистанционного отслеживания	18
1.3.1 Технология Ethernet	19
1.3.2 Передача информации по ИК каналу	20
1.3.3 Передача информации с помощью технологии Bluetooth.....	21
1.3.4 Технология Wi-Fi	22
1.3.5 Выбор технологии дистанционного отслеживания.....	22
2 Выбор устройств для системы учета посещаемости	24
2.1 Классификация замков с электронной картой.....	24
2.1.1 Электромагнитные системы	24
2.1.2 Акустомагнитные системы	25
2.1.3 Радиочастотные системы	26
2.1.4 Обоснование выбора ключа идентификации	26
2.2 RFID считыватель.....	27
2.2.1 Сферы применения	27

2.2.2	Компоненты RFID-системы	28
2.2.3	Классификация RFID меток	29
2.2.4	Классификация RFID считывателей	30
2.2.5	Преимущества радиочастотной идентификации	32
2.2.6	Недостатки RFID считывателей	33
2.2.7	Радиочастотный считыватель RC522.....	34
2.3	Выбор объекта управления	35
2.3.1	Raspberry Pi	35
2.3.2	Контроллер Arduino	37
2.3.3	Обоснование использования контроллера	39
2.3.4	Выбор модификации Arduino	40
3	Разработка системы учета посещаемости.....	43
3.1	Организация взаимодействия Wemos D1 R2 и RC522	44
3.1.1	Описание SPI	44
3.1.2	Подключение Wemos D1 R2 и RC522	45
3.1.3	Программирование в Arduino IDE	46
3.2	Работа сервопривода	47
3.2.1	Понятие сервопривода.....	47
3.2.2	Устройство сервопривода	48
3.2.3	Соединение сервопривода и Arduino	49
3.3	Создание и эксплуатация веб сервера	51
3.3.1	Создание веб сервера на персональном компьютере.....	51
3.3.2	Подключение к веб серверу с платформы Wemos D1 R2.....	52
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	54

4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	54
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	54
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений	56
4.1.3	SWOT-анализ.....	58
4.2	Определение альтернатив проведения научных исследований	60
4.3	Планирование научно-исследовательских работ	61
4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	61
4.3.2	Разработка графика проведения научного исследования	63
4.3.3	Расчет материальных затрат НТИ	64
4.3.4	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	65
4.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
4.3.6	Накладные расходы	67
4.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	68
4.4	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	68
5	Социальная ответственность.....	71
5.1	Введение	71
5.2	Производственная безопасность	71
5.3	Анализ вредных факторов	72
5.3.1	Отклонения показателей микроклимата.....	72
5.3.2	Повышенный уровень шума	73
5.3.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	74
5.3.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	76
5.4	Анализ опасных факторов	80

5.5	Экологическая безопасность	80
5.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
5.7	Организационные вопросы обеспечения безопасности	83
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	86
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Листинг скетча для RC522	88
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Список вариантов значения команды WiFi.status()	91
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – График проведения научного исследования	92

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является создание системы управления запорным устройством, также обладающей возможностью введения учёта посещаемости. Практическая значимость данной работы тем выше, чем желание управляющего персоналом удобно отслеживать посещаемость рабочего места, либо помещения с ограниченным уровнем доступа. Каждый ответственный за какое-либо помещение, будь то склад, архив, лаборатория либо же обычный кабинет желает быть в курсе посещаемости данного помещения, но не всегда имеет возможность. Данная система нацелена не только на предоставление такой возможности, но и обеспечения удобства отслеживания с использованием современных технологий. В этом проекте была разработана именно такая система, несомненно, имеющая аналоги на современном рынке, но противопоставляющая им простоту использования и запрашиваемую цену. Объектом исследования являлась технология учёта посещаемости и замены открытия дверей ключами на открытие дверей с использованием радиочастотной идентификации, уже повсеместно распространенной в современном обществе. Предметом исследования являлась реализация данной технологии при помощи контроллера фирмы Arduino и считывателя карточек RC522.

1 Исследование систем учёта посещаемости

С появлением частной собственности появилась необходимость оберегать ее от чужих посягательств. Для этого и были придуманы двери и замки. Замки для входных дверей и соответственно ключи к замкам появились у ранних цивилизаций, о чем можно прочесть в древних мифах. Но древние замки для входных дверей были больших размеров и достаточно примитивной конструкции, а вот принцип их работы использовался при изготовлении первых штифтовых замков. Древние приспособления для запираания входной двери изготавливались из подручного материала, такого как камыш, волокна, дерево или уже позднее из металла.

Но прогресс, как известно, не стоит на месте и касается практически всего, что сегодня окружает людей. И механизм открытия дверей не исключение. Сейчас происходит переход от обычных механических ключей к различного рода автоматическому открытию дверей при идентификации посетителя.

1.1 Виды запорных устройств

В настоящее время эволюция происходит практически со всем, чем сегодня пользуется человечество. Дверные замки входят в число технологий, которым вымирание не грозит, и, поэтому, данная технология также находит своё развитие в переходе от уже морально устаревших механических ключей к более современным методам открытия дверей. Электронный тип замков – один из этих методов. Электронные замки, в свою очередь, бывают следующих типов:

- Кодовые электронные замки;
- Электронный замок с карточкой;
- Биометрические замки.

Большинство современных замковых систем совмещают в себе несколько механизмов или их комбинацию, это защищает их от взлома подбором ключа, отмычкой или с применением грубой силы. Кроме того, если замок имеет функцию перекодировки, при краже ключа достаточно, не меняя замок,

изменить расположение элементов внутри сердечника и изготовить новый дверной ключ, чтобы исключить несанкционированное проникновение с помощью старого.

1.1.1 Кодовый замок

Кодовый замок — замок, для открытия которого необходимо ввести код доступа с клавиатуры. Правильный код доступа храниться в памяти устройства. Достоинства данного типа замка:

- Отсутствие ключа, который можно потерять, и который злоумышленник может в отсутствие владельца скопировать;
- Возможность быстрой смены кода, которую можно производить ежедневно;
- Возможность быстрой передачи кода другому лицу без привлечения посторонних лиц (мастерской по изготовлению ключей) и одновременно без потери доступа самому.

Недостатки:

- Код можно забыть. Код обычно забывается после того, как он длительное время не использовался. Тем не менее, его можно записать, но тогда увеличивается вероятность, что код узнает посторонний;
- Код могут подсмотреть при вводе. Поэтому при вводе кода необходимо сохранять скрытность.
- Часто в качестве кодов используются даты (рождения), адреса, общеизвестные числа, что упрощает взлом кода, методом подбора.

1.1.2 Электронный замок с картой

Электронный замок с картой — современное решение для обеспечения доступа в офис только сотрудникам компании. Система открывает дверь при поднесении магнитной карточки, либо магнитного чипа. Данный замок может быть установлен на дверь любого типа.

К достоинствам электромагнитного замка относятся:

- легкость записи и удаления данных сотрудников с карт, что очень удобно при смене пользователей;
- высокий уровень безопасности и долговечности;
- К недостаткам можно отнести:
- Возможная потеря идентифицирующей карточки или чипа;
- Периодически, необходима замена аккумулятора;

1.1.3 Биометрическая аутентификация

Методы аутентификации, основанные на измерении биометрических параметров человека, обеспечивают почти 100 % идентификацию, решая проблемы утраты паролей и личных идентификаторов.

Примерами внедрения указанных методов являются системы идентификации пользователя по рисунку радужной оболочки глаза, отпечаткам ладони, формам ушей, инфракрасной картине капиллярных сосудов, по почерку, по запаху, по тембру голоса и даже по ДНК.

Новым направлением является использование биометрических характеристик в интеллектуальных расчетных карточках, жетонах-пропусках и элементах сотовой связи. Например, при расчете в магазине предъявитель карточки кладет палец на сканер в подтверждение, что карточка действительно его. [3]

В то же время биометрическая аутентификация имеет ряд недостатков:

- Биометрический шаблон сравнивается не с результатом первоначальной обработки характеристик пользователя, а с тем, что пришло к месту сравнения. За время пути может много чего произойти.
- База шаблонов может быть изменена злоумышленником.
- Следует учитывать разницу между применением биометрии на контролируемой территории, под бдительным оком охраны, и в «полевых» условиях, когда, например, к устройству сканирования могут поднести муляж и т. п.

- Некоторые биометрические данные человека меняются (как в результате старения, так и травм, ожогов, порезов, болезни, ампутации и т. д.), так что база шаблонов нуждается в постоянном сопровождении, а это создает определенные проблемы и для пользователей, и для администраторов.

- Если у Вас крадут биометрические данные или их компрометируют, то это, как правило, на всю жизнь. Пароли, при всей их ненадежности, в крайнем случае можно сменить. Палец, глаз или голос сменить нельзя, по крайней мере быстро.

- Биометрические характеристики являются уникальными идентификаторами, но их нельзя сохранить в секрете. [2]

1.1.4 Обоснование выбора запорного устройства

Данный проект планируется использовать в среде, где с ним будут работать большое количество людей. Соответственно, использование кодового замка в данном случае весьма неоправданно, т.к. защитить код данного замка от распространения будет проблематично, если не сказать невозможно. Также хранение кода доступа у одного человека наверняка начнёт доставлять неудобство, как этому человеку, так и всем желающим попасть в помещение. Использование биометрической аутентификации для решения этих проблем подходит идеально: «ключ» доступа в помещение уникален и просто передать его или потерять никак не получится. Но у данного метода есть ряд недостатков при реализации в данном проекте. Первый из них – это цена на комплектующие данного замка. Цена на среднестатистический сканер отпечатка пальца в 3-4 раза превышает цену на среднестатистический радиочастотный считыватель, и, в 4-5 раз на клавиатуру ввода для кодового замка. Вторым недостатком является сложность процедуры внесения в базу данных биометрических параметров каждого из лиц, допущенных в помещение. Сложность присутствует как в техническом плане, так и в плане выбора ответственных за это помещение, т.к. число людей, имеющих право доступа к этому помещению должно быть выбрано оптимально. Т.к. чем больше людей имеет доступ к аудитории, тем меньше шанс

оказаться в ситуации, когда в зоне досягаемости не окажется ни одного «носителя ключа». Но, с другой стороны, большое число людей, имеющих право доступа в закрытое помещение, нивелирует смысл финансовых затрат на данный датчик, а также, при каких-либо нарушениях или чрезвычайных происшествиях, усложняет поиск ответственного за их причину. Учитывая обстановку, в которой данная система должна будет функционировать, логичным будет выбрать замок с электронной картой. Данный вид замка подходит нам по ценовой категории составляющих, удобству контроля распространения ключей, удаления ключей из базы данных и внесения ключей в базу данных.

1.2 Дистанционное отслеживание

На сегодняшний момент дистанционное отслеживание стремительно развивается и применяется во многих сферах жизнедеятельности людей. Дистанционное отслеживание - это передача информации от объекта управления к оператору, находящемуся на расстоянии. Дистанционное отслеживание постепенно заполняет системы автоматизации, так как не всегда есть возможность напрямую наблюдать за объектом управления, например, если объект движется или находится на значительном расстоянии или в агрессивной среде.

Дистанционное отслеживание за системой управления затворным механизмом необходимо, в первую очередь, для безопасности объекта. При каких-либо чрезвычайных происшествиях, либо нарушениях в помещении, оборудованном системой с дистанционным отслеживанием, гораздо проще найти ответственного за это происшествие. Современные технологии позволяют создать дистанционное управление в домашних условиях при незначительных затратах на составляющие системы.

1.3 Виды дистанционного отслеживания

Реализация дистанционного слежения за затворным механизмом имеет широкий спектр, все зависит от преследуемой цели. Быть это может дверь от гаража, дома, квартиры и также это может быть сейф. Названы далеко не все возможности применения такого отслеживания.

Передача происходит посредством различных способов транспортировки цифровой информации от источника к получателю. Перечислим самые популярные из них:

- Передача информации по каналу Ethernet;
- Передача информации по инфракрасному каналу;
- Передача информации с использованием технологии Bluetooth;
- Передача информации при помощи Wi-Fi;

1.3.1 Технология Ethernet

Ethernet – семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей. Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде – на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 1990-х годов, вытеснив такие устаревшие технологии, как ARCNET и Token ring.

Название «Ethernet» (буквально «эфирная сеть» или «среда сети») отражает первоначальный принцип работы этой технологии: всё, передаваемое одним узлом, одновременно принимается всеми остальными (то есть имеется некое сходство с радиовещанием). В настоящее время практически всегда подключение происходит через коммутаторы, так что кадры, отправляемые одним узлом, доходят лишь до адресата (исключение составляют передачи на широковещательный адрес) — это повышает скорость работы и безопасность сети. Ранние версии Ethernet использовали в качестве среды передачи коаксиальный кабель, но со временем он был полностью вытеснен оптоволоком и витой парой. Дело в том, что коаксиальный кабель — разделяемая среда передачи. Важная особенность разделяемой среды: ее могут использовать одновременно несколько интерфейсов, но передавать в каждый момент времени должен только один. С помощью коаксиального кабеля можно соединит не только 2 компьютера между собой, но и более двух, без применения активного

оборудования. Такая топология называется шина. Однако если хотя бы два узла на одной шине начнут одновременно передавать информацию, то их сигналы наложатся друг на друга и приемники других узлов ничего не разберут.

1.3.2 Передача информации по ИК каналу

Инфракрасный канал — канал передачи данных, не требующий для своего функционирования проводных соединений. В компьютерной технике обычно используется для связи компьютеров с периферийными устройствами.

В отличие от радиоканала, инфракрасный канал нечувствителен к электромагнитным помехам, и это позволяет использовать его в производственных условиях. К недостаткам инфракрасного канала относятся высокая стоимость приемников и передатчиков, где требуется преобразование электрического сигнала в инфракрасный и обратно, а также низкие скорости передачи. В условиях прямой видимости инфракрасный канал может обеспечить связь на расстояниях в несколько километров, но наиболее удобен он для связи компьютеров, находящихся в одном помещении, где отражения от стен комнаты дает устойчивую и надежную связь. Наиболее естественный тип топологии здесь — «шина» (то есть переданный сигнал одновременно получают все абоненты). Ясно, что, имея такое количество недостатков, инфракрасный канал не смог получить широкого распространения. [6].

Достоинства данного способа передачи информации:

- не требует проводов;
- нечувствителен к электромагнитным помехам;
- в отличие от радиосвязи, не требует лицензирования в инспекции электросвязи;

- Недостатки
- необходимость нахождения приемника и передатчика в прямой видимости;
- высокая стоимость приёмников и передатчиков невысокая скорость передачи данных.

1.3.3 Передача информации с помощью технологии Bluetooth

Технология Bluetooth стала первой технологией, позволяющей организовать беспроводную персональную сеть передачи данных WPAN. Она позволяет осуществлять передачу данных и голоса по радиоканалу на небольшие расстояния, до 100 метров, в нелицензируемом диапазоне частот 2,4 ГГц и соединять ПК, мобильные телефоны и другие устройства при отсутствии прямой видимости. Технология Bluetooth поддерживает как соединения типа «точка–точка», так и «точка–много точек». Два или более использующих один и тот же канал устройства образуют пикосеть. Одно из устройств работает как основное, а остальные — как подчиненные. В одной пикосети может быть до семи активных подчиненных устройств, при этом остальные подчиненные устройства находятся в состоянии «парковки», оставаясь синхронизированными с основным устройством. Взаимодействующие пикосети образуют «распределенную сеть».

В каждой пикосети действует только одно основное устройство, однако подчиненные устройства могут входить в различные пикосети. Кроме того, основное устройство одной пикосети может являться подчиненным в другой (рисунок 1).

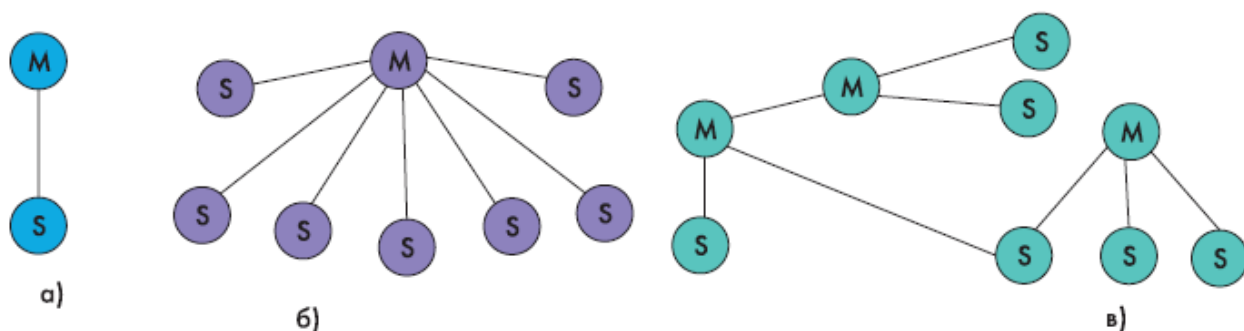


Рисунок 1 – Пикосеть с подчиненными устройствами. а) с одним подчиненным устройством. б) несколькими. в) распределенная сеть

В настоящее время на рынке работает большое количество фирм, предлагающих модули Bluetooth, а также компоненты для самостоятельной реализации аппаратной части Bluetooth-устройства.

1.3.4 Технология Wi-Fi

В начале использования установка Wireless LAN рекомендовалась там, где развертывание кабельной системы было невозможно или экономически нецелесообразно. В настоящий момент во многих организациях используется Wi-Fi, так как при определенных условиях скорость работы сети уже превышает 100 Мбит/сек. Пользователи могут перемещаться между точками доступа по территории покрытия сети Wi-Fi. Мобильные устройства (КПК, смартфоны, PSP и ноутбуки), оснащенные клиентскими Wi-Fi приёмо-передающими устройствами, могут подключаться к локальной сети и получать доступ в Интернет через точки доступа или хот-споты. Стандарт IEEE 802.11 является базовым стандартом для построения беспроводных локальных сетей. Этот стандарт постоянно совершенствовался, и в настоящее время существует целое семейство, к которому относят спецификации IEEE 802.11 с буквенными индексами a-z. Однако только четыре из них (a, b, g и i) являются основными и пользуются наибольшей популярностью у производителей оборудования, остальные же (с-f, h-n) представляют собой дополнения, усовершенствования или исправления принятых спецификаций. Теоретически 802.11n способен обеспечить скорость передачи данных до 480 Мбит/с.

1.3.5 Выбор технологии дистанционного отслеживания

Выбор технологии для дистанционного отслеживания в данной системе осуществлялся с учетом следующих факторов:

- Надежность работы в закрытом помещении;
- Протяженность действия технологии;
- Распространенность устройств для дистанционного отслеживания среди предполагаемых операторов;
- Ценовая категория компонентов системы;
- Удобство создания инфраструктуры для передачи данных;

Для постоянной эксплуатации данной системы нам необходима технология, которая бы надежно функционировала в помещении, так, чтобы

передаваемый сигнал уверенно проходил через стены. Учитывая это, решение использования инфракрасного канала для передачи данных становится ненадежным, несмотря на положительные стороны данной технологии. Технология Ethernet уступает остальным видам в удобстве прокладки инфраструктуры для передачи данных и в протяженности действия технологии. Технологии Wi-Fi обладают гораздо большей скоростью передачи данных, нежели Bluetooth. Но данная характеристика не играет большой роли в разрабатываемой системе, т.к. объем данных с которым данной системе придётся работать будет транслироваться обоими технологиями за одинаковый интервал времени. С целью сделать работу этой системы удобной для большего количества людей, целесообразней будет сделать выбор в пользу технологии Wi-Fi. Этот вид передачи данных гораздо более распространен по сравнению с Bluetooth. К тому же Wi-Fi продолжает набирать свою популярность, т.к. на сегодняшний день Wi-Fi модуль встроен практически во все мобильных телефонах, ноутбуках и даже некоторых электронных книгах. Такая распространенность позволит реализовать по-настоящему дистанционную систему слежения.

2 Выбор устройств для системы учета посещаемости

В данном проекте планируется реализовать систему, состоящую из 4 основных компонентов, взаимодействующих через объект управления, роль которого будет исполнять микроконтроллер.

2.1 Классификация замков с электронной картой

Существует множество физических принципов бесконтактной идентификации объекта (товара), подходящих для целей торговли. Наибольшее распространение получили вариации на электромагнитную тему. Характерный признак таких систем – рамки электромагнитных антенн, перекрывающие проход. Различие проявляется в конструкции меток.

2.1.1 Электромагнитные системы

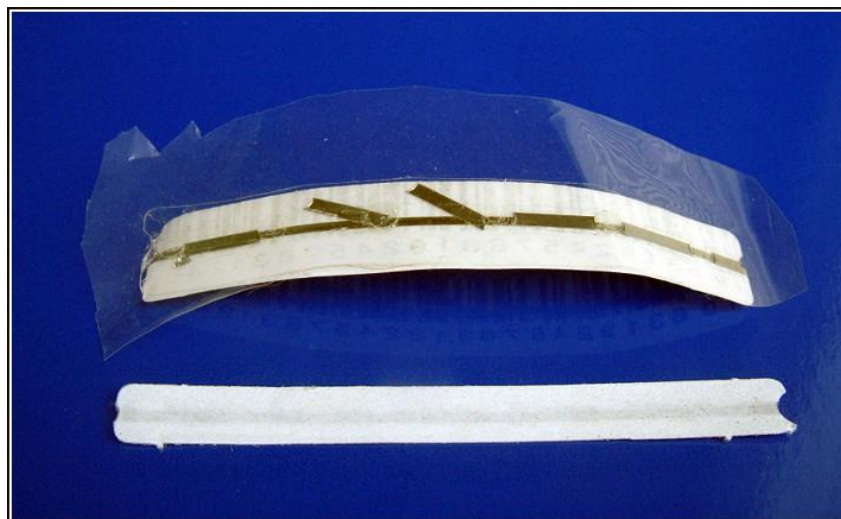


Рисунок 2 – Электромагнитная метка

Метки представляют собой две (или более) полосы на бумажной наклейке. Одна из полосок сделана из материала с большим магнитострикционным эффектом. Когда она попадает в переменное магнитное поле, то начинает работать как нелинейный элемент и в магнитном поле появляются гармоники рабочих частот, которые и становятся признаком кражи. Вторая полоска работает как «выключатель» для первой. Она сделана из ферромагнетика — материала, который может быть намагничен, как постоянный магнит. Если полоска намагничена, то она нарушает магнитострикцию первой полоски благодаря эффекту магнитного насыщения материала. Таким образом

деактивация метки заключается в её намагничивании. Метку можно повторно активировать размагничиванием. Этот вид меток особо любят клеить на книги — они тонкие, также они удобны в библиотеках: деактивируется при выдаче, реактивируется после возвращения.

2.1.2 Акустомагнитные системы



Рисунок 3 – Акустомагнитная метка

Устройство этих меток сильно похоже на магнитные, но отличен принцип детектирования метки. Смысл в том, что свободное положение магнитострикционной полоски в пустотелой метке позволяет ей совершать свободные механические колебания под действием магнитного поля. При этом механическая добротность системы на частоте накачки выбирается максимально возможной, и полоска продолжает колебаться некоторое время после снятия накачки. При этом, согласно тому же магнитострикционному эффекту, теперь уже полоска создает переменное магнитное поле, которое и регистрируется системой. Магнитная полоска участвует в механическом резонансе, поэтому эти метки активируются намагничиванием и деактивируются размагничиванием. Поскольку намагничивание должно быть определенным по величине и направлению, то повторная активация таких меток не предусматривается. Система использует рабочую частоту 58 кГц и характеризуется заметно лучшей чувствительностью, чем электромагнитная.

2.1.3 Радиочастотные системы



Рисунок 4 – Радиочастотная бумажная метка

Метка представляет собой колебательный контур из катушки индуктивности и конденсатора, выполненных из фольги на бумажной основе. Принцип работы основан на измерении добротности колебательного контура стационарной рамки, когда в поле его катушки вносят катушку колебательного контура метки. Деактивация меток этого типа осуществляется электрическим пробоем фольгового конденсатора. Для этого метку вносят в сильное магнитное поле рабочей частоты. Повторно активировать метку этого типа уже невозможно. Метки на бумажной основе легко разрушить (порвать) или обмануть с помощью металлической пластины (например, крупной монеты), прижав её к метке. Поэтому для дорогих вещей метки выпускают в виде крупного и прочного пластикового брелока, закрепляемого многоразовой игольчатой заклепкой или петлей. Такие метки многоразовые, колебательный контур в них сделан качественнее, деактивировать метку вандализмом сложнее и наличие метки может быть определено даже визуально сотрудниками. Метки такого типа часто используются в магазинах одежды и хозяйственных товаров. Обычно системы этого типа используют рабочую частоту 8,2 МГц. [4]

2.1.4 Обоснование выбора ключа идентификации

Перечисленные метки схожи по принципу работы и своим характеристикам. Выбор меток осуществлялся, руководствуясь

распространенностью меток и сложностью коммуникации с выбранным микроконтроллером. Из данных трёх типов меток наиболее распространены радиочастотные метки. Они используются в банковских картах, электронных пропусках, картах проезда в метро. Использование данного типа меток в разрабатываемой системе предоставляет возможность модернизировать какую-либо из этих карт, внося номер выбранной карты в базу данных. Что касается сложности связывания с микроконтроллером, то радиочастотный идентификатор RC522 является одним из самых популярных считывателей при реализации подобного рода проектов. Это обусловлено следующими факторами:

- Относительно невысокая стоимость;
- Наличие библиотек в среде программирования, что сильно облегчает подключение и эксплуатацию данного датчика;
- Данному датчику необходимо питание 3.3В, что идеально подходит для использования с Arduino Uno и подобными контроллерами.

2.2 RFID считыватель

2.2.1 Сферы применения

Технология RFID – это современная технология, основанная на использовании радиочастотного электромагнитного излучения. Технология применяется для идентификации и учета объектов. Радиочастотная метка, как правило, является миниатюрное запоминающее устройство. Это устройство собрано из двух элементов: микрочипа, на котором хранятся данные, и антенны, при помощи которой метка получает и раздает эти данные. Если в RFID-метку встроен собственный источник питания, то такие метки называют активными. Если в метке отсутствует встроенный источник питания, то, такие метки называют пассивными. Пассивные метки являются в большей степени распространёнными, нежели активные.

В памяти RFID-метки хранится ее собственный уникальный номер, который используется для идентификации, и различные данные, загруженные пользователем. Изначально информация на метке отсутствует и хранится только

уникальный ID. Когда радиометка появляется в радиусе действия идентификатора, информация, лежащая на ней, считывается специальным прибором, который помимо функции чтения также обладает функцией записи информации на метку.

Радиометки со встроенным источником питания тратят на передачу данных энергию данного источника. Данный тип меток запрограммирован на излучение сигнала с определенной периодичностью, например, 1 раз за 10 секунд. Расстояние, на котором возможна идентификация подобных RFID-меток, может достигать ста метров. Пассивные RFID-метки, т.е. радиометки без источника питания, расходуют на передачу данных энергию поля устройства идентификации. Передача информации происходит тогда, когда метка накопит энергию, необходимую для этого. Расстояние обнаружения пассивных меток гораздо меньше и обладает зависимостью от мощности устройства, как правило, радиус действия находится в промежутке 0,05 - 8 метров.

Область использования радиочастотной идентификации постоянно увеличивается. Особенно данная технология распространена в отраслях, где необходим контроль за перемещениями объектов в реальном времени, интеллектуальные решения автоматизации, способность работать в жестких условиях эксплуатации, безошибочность, скорость и надежность. [1]

2.2.2 Компоненты RFID-системы

Радиочастотные метки — устройства, обладающие возможностью хранения и передачи данных. В памяти каждой радиометки содержится её индивидуальный идентификационный код. Также, некоторые радиометки имеют возможность перезаписи хранящихся данных.

Считыватели — устройства, которые считывают данные с меток и, при необходимости, записывают на них информацию. Эти приборы могут использоваться учетной системой как постоянно, так и эксплуатироваться независимо от неё.

Учетная система — ПО, которое используется для накопления и анализа информации, полученной с радиометок. Также данная система объединяет все

компоненты в единую систему. Многие современные учетные системы (программы семейства 1С, корпоративные информационные системы — MS Ахарта, R3Com) уже совместимы с RFID-технологией и не требуют специальной доработки.

2.2.3 Классификация RFID меток

Как уже было доказано, радиочастотная идентификация востребована во множестве производственных сфер. Чтобы данные системы эффективно функционировали в любой применяемой области, было разработано большое количество различных по исполнению радиометок. Условно все эти метки классифицируются следующим образом:

1) По наличию питания:

- Активные — для передачи информации используют энергию встроенного источника питания, радиус регистрации таких меток достигает ста метров;

- Пассивные — радиометки, использующие для различных действий с данными энергию, излучаемую устройством идентификации. Радиус действия меток этого типа достигает 8 метров.

2) По видам памяти:

- Только для чтения (RO) — информация на метку записывается лишь единожды, при производстве. Данный тип меток используется только для идентификации. Записать какую-либо информацию в метки для чтения нельзя. Также их практически невозможно подделать;

- Запись однажды, чтение многократно (WORM) — помимо уникального идентификатора данный тип радиометок содержит блок однократно записываемой информации. В дальнейшем информацию с этого блока можно считывать многократно;

- Для чтения и записи (RW) — такие RFID – метки хранят уникальный идентификатор и несколько блоков памяти, предназначенных для чтения и

перезаписи информации. Данные в подобных радиометках могут быть перезаписаны большое число раз.

3) По виду исполнения:

- Самоклеющиеся бумажные или лавсановые метки;
- Стандартные пластиковые карты;
- Дисковые метки (в том числе с центральным отверстием для закрепления на плате);
- Различные виды брелоков;
- Специальное исполнение для жестких условий эксплуатации.

В настоящее время существует огромное многообразие меток, поэтому подходящее исполнение можно подобрать для любой задачи, в зависимости от нужд заказчика. [1]

2.2.4 Классификация RFID считывателей

Приборы для считывания данных с меток также бывают нескольких типов. По исполнению считыватели делятся на:

1) Стационарные считыватели



Рисунок 5 – Пример стационарного считывателя

Стационарные считыватели крепятся неподвижно на стенах, порталах и в других подходящих местах. По сравнению с переносными, считыватели такого типа обычно обладают большей зоной чтения и мощностью и способны одновременно обрабатывать данные с нескольких десятков меток.

2) Мобильные считыватели



Рисунок 6 – Пример мобильного считывателя

Обладают сравнительно меньшей дальностью действия и зачастую не имеют постоянной связи с программой контроля и учета. Мобильные считыватели имеют внутреннюю память, в которую записываются данные с прочитанных меток (потом эту информацию можно загрузить в компьютер) и, так же как и стационарные считыватели, способны записывать данные в метку.

3) Настольные считыватели



Рисунок 7 – Пример настольного считывателя

Внешне, настольный RFID считыватель очень похож на роутер. Применяются в библиотеках, розничной торговле и многих других областях.

4) Портальные считыватели

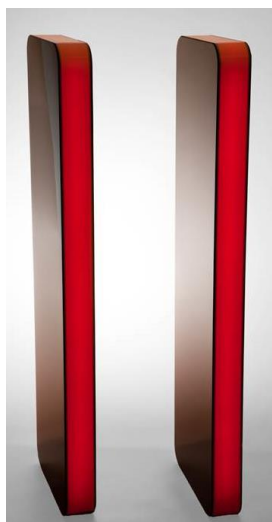


Рисунок 8 – Пример портального считывателя

Портальный RFID-считыватель состоит из двух вертикальных стоек, внутри которых установлены 4 приёмопередающие антенны (по 2 в каждой). Антенны создают зону регистрации RFID-меток, полностью перекрывающую весь проход между стойками. RFID-считыватель может работать автономно или под управлением от внешнего программного обеспечения.

2.2.5 Преимущества радиочастотной идентификации

Основные преимущества RFID:

- Отсутствие необходимости в прямой видимости. У RFID считывателя нет необходимости в прямой видимости метки, чтобы считать ее данные. Взаимная позиция метки и считывателя в пространстве абсолютно не играет роли.
- Большее расстояние чтения. RFID-метка может считываться на значительно большем расстоянии, чем метки других типов.
- Большой объем хранения данных. RFID-метка может хранить информацию в значительно большем объеме, нежели, например, чем штрих-код. До 10 000 байт могут храниться на микросхеме площадью в 1 квадратный сантиметр.
- Функция идентификации больше, чем одной метки. Промышленные считыватели могут одновременно идентифицировать несколько десятков RFID-меток в секунду, используя так называемую антиколлизийную функцию.

- Устойчивость к воздействию окружающей среды. Существуют RFID-метки, обладающие повышенной прочностью и сопротивляемостью жестким условиям рабочей среды. Пассивные RFID-метки имеют практически неограниченный срок эксплуатации.
- Интеллектуальное поведение. RFID-метка может использоваться для выполнения других задач, кроме того, чтобы быть просто хранителем и переносчиком данных.
- Высокая степень безопасности. Уникальное неизменяемое число-идентификатор, присваиваемое метке при производстве, гарантирует высокую степень защиты меток от подделки.

2.2.6 Недостатки RFID считывателей

При работе с радиочастотной идентификацией необходимо учитывать некоторые ограничения. К ним относятся: невозможность размещения под металлическими и экранирующими поверхностями, взаимные коллизии, подверженность помехам в виде электромагнитных полей.

Возможное экранирование при размещении на металлических поверхностях. RFID-метки подвержены влиянию металла (это касается упаковок определенного вида — металлических контейнеров, иногда даже некоторых типов упаковки жидких пищевых продуктов, запечатанных фольгой). Это вовсе не исключает применение RFID, но приводит или к необходимости использования более дорогих меток, разработанных специально для установки на металлические поверхности, или к нестандартным способам закрепления меток на объекте.

Подверженность систем радиочастотной идентификации помехам в виде электромагнитных полей от включенного оборудования, излучающего радиопомехи в диапазоне частот, используемом для работы RFID-системой. Необходимо тщательно проанализировать условия, в которых система RFID будет эксплуатироваться. [1]

2.2.7 Радиочастотный считыватель RC522

В данной работе для идентификации различных радиочастотных бесконтактных меток используется сканер RFID RC522. Данный сканер позволяет обнаружить и считать идентификаторы бесконтактных карт, меток, пропусков стандарта 13,56 МГц на расстоянии до 10 см. При связывании с микроконтроллером позволяет создать ряд интересных проектов: пропускные системы, электронные замки, складской учет и много другое.

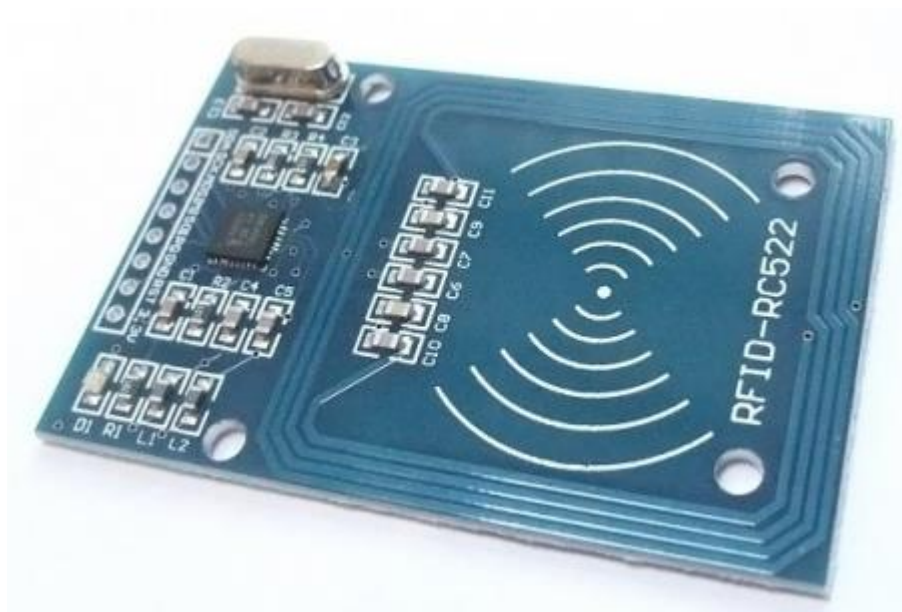


Рисунок 9 – Радиочастотный считыватель RC522

Технические характеристики:

- Основан на микросхеме MFRC522;
- Напряжение питания: 3.3V;
- Потребляемый ток :13-26mA
- Рабочая частота: 13.56MHz
- Дальность считывания: 0 ~ 60 мм
- Интерфейс: SPI, максимальная скорость передачи 10МБит/с
- Размер: 40мм x 60мм
- Чтение и запись RFID-меток.

2.3 Выбор объекта управления

Контроллер — это миниатюрный компьютер с набором входов и выходов, работающий по заранее написанной программе. Микросхема-контроллер обязательно присутствует в компьютерной мыши, телефоне, плеере и пульте, равно как в практически любом современном электронном устройстве. Контроллер — вещь сама по себе универсальная. Ко входам можно подключить как обычные кнопки (пульт), так и температурные датчики (кондиционер), модули беспроводной связи (телефон) и даже электрогитару (цифровой процессор эффектов). Выходы также могут управлять чем угодно. Задача контроллера — измерять электрическое напряжение на входах и подавать напряжение на выходы в соответствии с программой.

Для реализации данного проекта будем выбирать объект управления между микроЭВМ Raspberry Pi и контроллером Arduino. Рассмотрим каждое из устройств в деталях и выделим свои плюсы и минусы при использовании в данном проекте.

2.3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi — одноплатный компьютер, то есть различные части компьютера, которые обычно располагаются на отдельных платах, здесь представлены на одной. К тому же эта плата имеет относительно небольшой размер — примерно 8,5*5,5 см. Raspberry Pi — недорогая платформа — средняя цена за одну составляет всего \$35, а для новейшей версии A+ вообще \$20. Продажа данных платформ началась сравнительно недавно — в начале 2012 г., сегодня это наиболее популярная платформа своей области, продано уже более 3,5 млн экземпляров Raspberry Pi.

Raspberry Pi выпускается в двух версиях — А и В. Версия В на сегодняшний день более популярна. Сравнение версий и основные характеристики Raspberry Pi:

- Процессор ARM11, Broadcom BCM2835, 700 МГц;
- Оперативная память — 256 Мб у А, 512 Мб у В;

- USB входы/выходы — 1 у A, 2 у B;
- SD вход ;
- RCA выход;
- HDMI выход;
- Ethernet вход/выход — есть только у B;
- Audio выход;
- GPIO контакты.

Для начала работы с данной микроЭВМ требуется SD-карта, с загруженной операционной системой. Рекомендуется использовать карту с объёмом памяти от 4 до 32 ГБ. Для организации интерфейса с пользователем необходимы монитор, с разъёмом HDMI, DVI или RCA, кабель с данным интерфейсом, USB-клавиатура и USB-мышь. Безусловно, Raspberry Pi является полнофункциональным компьютером. Он обладает всеми атрибутами настоящего компьютера: выделенным процессором, памятью и графическим драйвером для вывода через HDMI. На нем даже работает специальная версия операционной системы Linux. Поэтому на Raspberry Pi легко установить большинство программ для Linux. Стоит немного потрудиться — и Raspberry Pi можно использовать как полноценный медиа-сервер или эмулятор видеоигр. Хотя в Pi и отсутствует внутреннее хранилище данных, на этом компьютере можно использовать смарт-карты в качестве флэш-памяти, обслуживающей всю систему. Таким образом, можно быстро выгружать для отладки различные версии операционной системы или программных обновлений. Поскольку это устройство обеспечивает независимую соединяемость по сети, его можно настраивать и для доступа по SSH, либо пересылать на него файлы по протоколу FTP.

Raspberry Pi для работы нужно постоянное напряжение 5V, более того, работа данной микроЭВМ завершается программным процессом — как у обычного компьютера. Raspberry Pi сложно переносить с места на место, так как вы не сможете просто вставить в него две батарейки AA. Для работы этого

компьютера необходимо обеспечить бесперебойное питание, а также подключить дополнительное оборудование, которое гарантирует подачу постоянного тока.

В Raspberry Pi есть встроенный Ethernet-порт, который обеспечивает легкий доступ к любой сети и практически не требует настройки. Провести беспроводной Интернет на Raspberry Pi также не составляет труда: для этого достаточно приобрести USB-адаптер для Wi-Fi и установить соответствующий драйвер. Как только это сделано, можно приступать к использованию операционной системы для подключения к веб-серверам, обработке HTML либо просто что-нибудь писать в Интернете. Также Raspberry Pi можно использовать как для создания виртуальной частной сети, так и в качестве сервера печати.

2.3.2 Контроллер Arduino

Сравнивая платы Arduino и Raspberry Pi имеет смысл сразу сказать, что платы Arduino – это микроконтроллеры, а не полноценные компьютеры. На них нет операционной системы как таковой, Arduino просто выполняет код, интерпретируемый прошивкой. В данном случае, отсутствуют базовые инструменты, предоставляемые операционной системой, но, с другой стороны, такое непосредственное выполнение несложного кода протекает проще, а при работе не возникает никаких задержек, либо ошибок, связанных с операционной системой.

Основное назначение платы Arduino – взаимодействие с сенсорами и устройствами, поэтому Arduino отлично подходит для аппаратных проектов, где требуется просто реагировать на различные сигналы сенсоров и ручной ввод. Может показаться, что в этом нет ничего особенного, однако на деле Arduino – сложная выверенная система, значительно облегчающая управление устройствами. Она отлично подходит именно для организации взаимодействия других устройств и исполнительных механизмов, где полноценная операционная система просто не требуется, так как речь идет просто о получении сигналов с сенсоров и реагировании на них.

В качестве примера характеристик приведём основные характеристики наиболее популярной и универсальной серии контроллеров Arduino – Uno:

- Микроконтроллер ATmega328;
- Рабочее напряжение 5 В;
- Рекомендуемое входное напряжение 7-12 В (предельное 6-20 В);
- 14 контактов для цифрового сигнала (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ);
- 6 Аналоговые входы;
- Постоянный ток через вход/выход 40 мА;
- Постоянный ток для вывода 3.3 В 50 мА;
- Flash-память 32 Кб (ATmega328) из которых 0.5 Кб используются для загрузчика;
- ОЗУ 2 Кб (ATmega328);
- EEPROM 1 Кб (ATmega328);
- Тактовая частота 16 МГц.

Arduino Uno может питаться как от USB подключения, так и от внешнего источника: батарейки или обычной электрической сети. Источник определяется автоматически. Платформа может работать при наличии напряжения от 6 до 20 В. Однако при напряжении менее 7 В работа может быть неустойчивой, а напряжение более 12 В может привести к перегреву и повреждению. Поэтому рекомендуемый диапазон: 7–12 В.

На Arduino доступны следующие контакты для доступа к питанию:

- Vin предоставляет тот же вольтаж, что используется для питания платформы. При подключении через USB будет равен 5 В.
- 5V предоставляет 5 В вне зависимости от входного напряжения. На этом напряжении работает процессор. Максимальный допустимый ток, получаемый с этого контакта — 800 мА.
- 3.3V предоставляет 3,3 В. Максимальный допустимый ток, получаемый с этого контакта — 50 мА.

– GND — земля. [3]

Arduino начинает выполнять код сразу после включения и прекращает работу сразу, как только отключить плату от источника питания. Чтобы расширить функционал устройства с Arduino, необходимо подключить периферийные устройства непосредственно к контактам самой платы Arduino, либо к платам расширений для нее. Для Arduino существуют сотни разнообразных модулей, каждый из которых предназначен для решения специфической задачи, может взаимодействовать с теми или иными сенсорами, а также с другими модулями, которые вместе образуют полноценный управляющий блок.

К сожалению, система Arduino без дополнительных модификаций не приспособлена для работы по сети интернет. Чтобы установить надежное соединение она требует либо подключения дополнительных модулей к плате, либо использования модификаций платформы со сразу встроенными необходимыми модулями. Как уже говорилось выше, Arduino имеет большое количество совместимых модулей. Соответственно, найти и подключить необходимый нам Wi-Fi модуль не будет трудной задачей.

2.3.3 Обоснование использования контроллера

При известной и чётко поставленной задаче всегда проще выбрать основные и периферийные устройства для использования в проекте. Основная задача в этом проекте заключалась в обработке сигналов с сенсора и последующее изменение значений на периферийных устройствах, а именно сервоприводе. Платформа Arduino проста в обслуживании и не требовательна в питании. В среде Arduino IDE, учтя то, что нам потребуется автономная работа платформы, можно составить код, который позволит использовать устройство, при этом не выключая и абсолютно не вмешиваясь в его работу.

Приведём аргументы в пользу платформы Arduino в сравнении с микроЭВМ Raspberry Pi. Основными плюсами данного одноплатного контроллера в сравнении с Arduino являются производительность, многозадачность, удобство работы с интернетом, наличие выбора языка

программирования, работа с видео, звуком и компьютерным зрением. Недостатками – скорость реакции в быстродействующих проектах и короткая длительность работы от аккумулятора. Из преимуществ данного микрокомпьютера нам может потребоваться удобство работы с данными с интернет протоколами, но остальные преимущества в данной работе нам абсолютно не критичны. К тому же, учитывая сотни мА, которые Raspberry Pi потребляет при своей работе на обычное функционирование, целесообразность использования данного микрокомпьютера сходит на нет. К тому же, Raspberry Pi для эффективного взаимодействия с различными устройствами требует специального программного обеспечения. Использование данной микроЭВМ оправдано при решении таких задач, которые было бы логично выполнять на персональном компьютере. Raspberry Pi упрощает управление потоком операций в разных ситуациях: если вы подключаетесь к Интернету для считывания или записи данных, воспроизводите какую-либо медиа-информацию или подключаетесь к внешнему дисплею.

2.3.4 Выбор модификации Arduino

После того как было решено сделать Arduino центральным элементом разрабатываемой системы, предстоит сделать выбор модификации Arduino. Выбор предстоит сделать между Arduino Uno с Wi-Fi модулем ESP8266 и платой Wemos D1 R2. Ни одного из этих решений не имеет значительного преимущества перед другим. В плату Wemos D1 R2 производителем был встроен абсолютно такой же модуль ESP8266, с беспроводным интерфейсом Wi-Fi 802.11 b/g/n. Ниже опишем особенности данной модификации.

В данной модификации платформы Arduino Uno, на платформе расположены 11 контактов. Но, в отличие от оригинала, не все из них могут быть использованы для цифрового ввода и вывода. Все они работают с напряжением 3,3 В, и рассчитаны на ток до 40 мА. Также каждый контакт имеет встроенный, но отключённый по умолчанию резистор на 20 - 50 кОм. Некоторые контакты обладают дополнительными ролями:

Serial: 0-й и 1-й. Данные контакты обозначаются «RX» и «TX» и используются для приёма и передачи данных по USB, либо между несколькими платформами.

D0 – D8 могут использоваться для получения входных цифровых сигналов и передачи выходных. Также каждый из этих контактов может использоваться как один из портов последовательного периферийного интерфейса (SPI).

На Arduino доступны следующие контакты для доступа к питанию:

- Vin предоставляет тот же вольтаж, что используется для питания платформы. При подключении через USB будет равен 5 В.
- 5V предоставляет 5 В вне зависимости от входного напряжения. На этом напряжении работает процессор. Максимальный допустимый ток, получаемый с этого контакта — 800 мА.
- 3.3V предоставляет 3,3 В. Максимальный допустимый ток, получаемый с этого контакта — 50 мА.
- GND — земля.

Кроме этого на плате имеется входной контакт Reset. Его установка в логический ноль приводит к сбросу процессора. Это аналог кнопки Reset обычного компьютера.

Список перечисленных контактов и их основные функции представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Контакты Wemos D1 и их функции

Контакт	Функции	Обозначение в соответствии с ESP-8266
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Аналоговый ввод (3.3 В максимум)	A0
D0	Цифровой ввод/вывод	GPIO16
D1	Цифровой ввод/вывод	GPIO5

D2	Цифровой ввод/вывод, канал получения данных	GPIO4
D3	Цифровой ввод/вывод, подтягивание	GPIO0
D4	Цифровой ввод/вывод, подтягивание, встроенный светодиод	GPIO2
D5	Цифровой ввод/вывод, тактовый сигнал	GPIO14
D6	Цифровой ввод/вывод, передача данных от ведомого к ведущему	GPIO12
D7	Цифровой ввод/вывод, передача данных от ведущего к ведомому	GPIO13
D8	Цифровой ввод/вывод, выбор ведомого	GPIO15
G	Земля	GND
5V	Питание 5 В	-
3V3	Питание 3.3 В	3.3V
RST	Сброс	RST

ESP8266 — микроконтроллер китайского производителя Espressif с интерфейсом Wi-Fi. Помимо Wi-Fi микроконтроллер отличается важной для данного проекта возможностью исполнять программы из внешней flash-памяти с интерфейсом SPI. Этот чип встроен в плату Wemos D1 и используется для взаимодействия по Wi-Fi с Web сервером.

3 Разработка системы учета посещаемости

Система учета посещаемости будет состоять из пяти основных взаимодействующих компонентов. Функциональная схема данной системы изображена на рисунке:

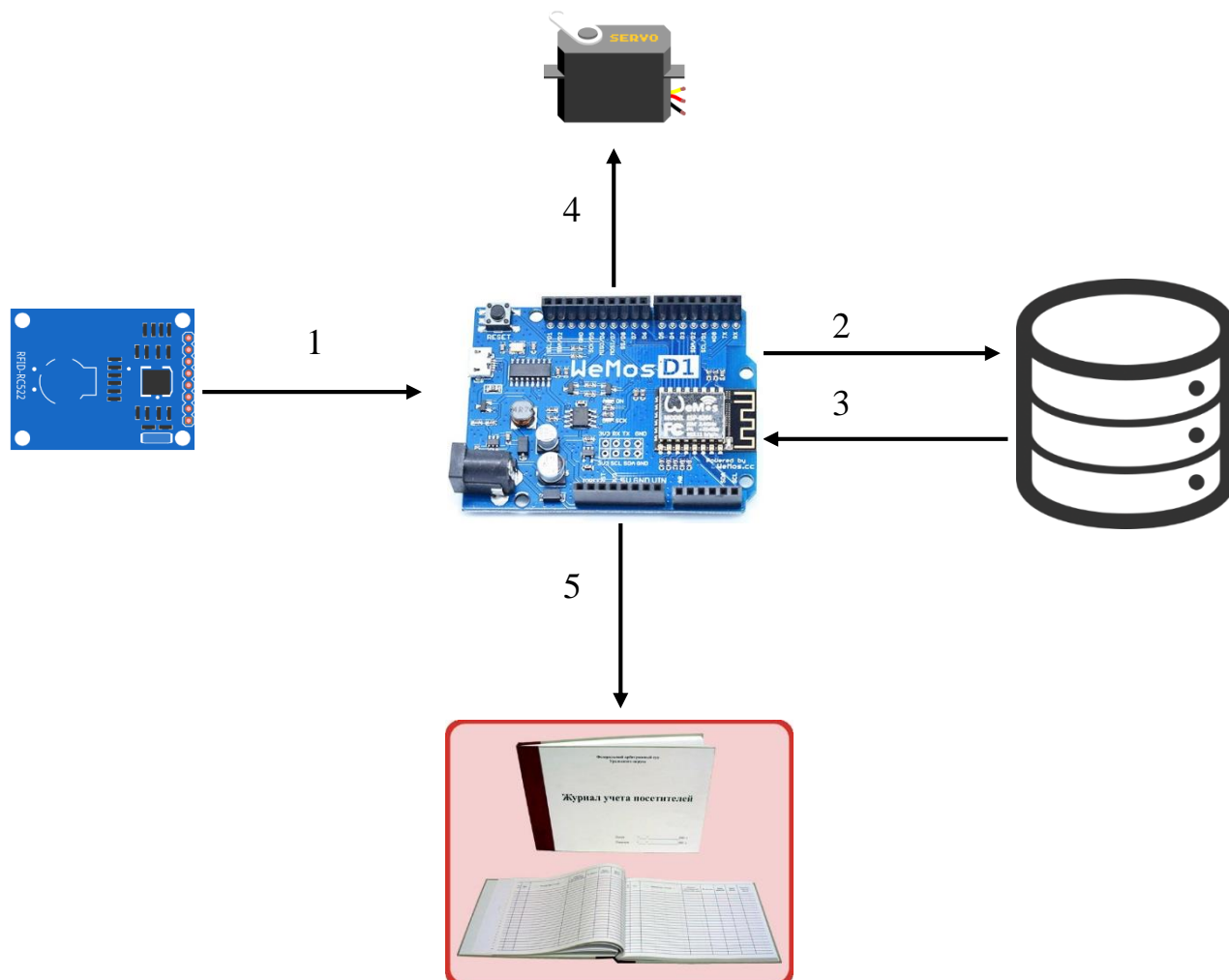


Рисунок 10 – Функциональная схема системы учета посещаемости

Алгоритм работы системы:

- 1) Сигнал о наличии метки приходит с RFID считывателя на микроконтроллер;
- 2) Микроконтроллер отправляет запрос на веб сервер с базой данных, спрашивая, имеет ли права доступа владелец данной метки;
- 3) Веб сервер отвечает на запрос. Далее возможно два варианта развития событий: либо владельцу разрешено посетить помещений, либо отказ в

доступе. Если происходит отказ в доступе, то система не производит никаких действий, в ожидании следующего сеанса идентификации;

4) Если владелец метки имеет доступ в помещение, то микроконтроллер отправляет сигнал на сервопривод открыть дверь, при условии, что она была закрыта, либо наоборот, закрыть дверь, если она была открыта;

5) На веб сервер, созданный платой Wemos D1 R2, отправляется информация о времени посещения и уникальный номер карты.

3.1 Организация взаимодействия Wemos D1 R2 и RC522

3.1.1 Описание SPI

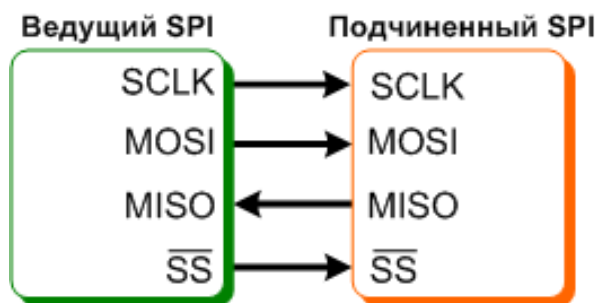


Рисунок 11 – Пример устройств, связанных SPI

Платформа Wemos D1 R2 и радиочастотный идентификатор RC522 связываются по последовательному периферийному интерфейсу SPI. SPI – один из самых популярных интерфейсов для последовательного обмена данными между микросхемами. Наряду с не менее распространенным I2C, относится к самым широко-используемым интерфейсам для соединения микросхем. Данный тип интерфейса был разработан для организации простого и быстрого обмена данными между компонентами системы – микроконтроллерами и периферийными устройствами. На шине всегда есть одно ведущее устройство и несколько ведомых, master и slave соответственно. Интерфейс использует следующие линии для обмена данными:

- SCK — Serial Clock: тактовый сигнал;
- MOSI — Master Output, Slave Input: данные от ведущего к ведомому;
- MISO — Master Input, Slave Output: данные от ведомого к ведущему;

- SS (SDA) — Slave Select: выбор ведомого; устанавливается ведущим.

В начале работы, ведущее устройство устанавливает низкий уровень сигнала на той линии SDA, на которой находится нужное ему ведомое устройство. В данном проекте будет только одно ведомое устройство – RC522, соответственно, в начале каждого сеанса работы на контакте SDA у данного устройства низкий уровень сигнала. После этого, ведущее устройство задаёт такт с помощью синхронизирующего выхода SCK. С каждым тактом по каналам связи MOSI и MISO передаётся нужный уровень сигнала от ведущего к ведомому и от ведомого к ведущему, соответственно. Для завершения сеанса передачи данных, ведущее устройство отправляет высокий уровень сигнала по каналу SDA. SPI является полнодуплексной шиной — данные передаются одновременно в обе стороны. Типичная скорость работы шины лежит в пределах 1-50 МГц. Благодаря подобной исключительной простоте алгоритма передачи SPI получил широчайшее распространение в самых различных электронных устройствах — например, в датчиках, чипах памяти, радиомодулях, и т.д.

3.1.2 Подключение Wemos D1 R2 и RC522

К данному проекту платформа Wemos D1 R2 и радиочастотный идентификатор RC522 соединяются 7 проводами «папа-мама». Подключение происходит по следующей схеме:

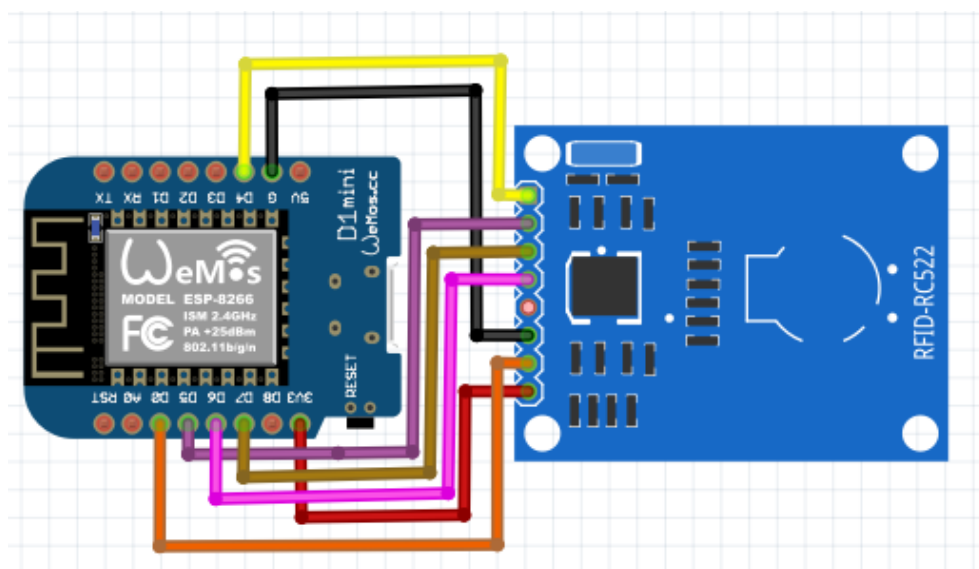


Рисунок 12 – Схема соединения RC522 и Wemos D1 Mini

Контакты соединяются следующим способом:

Таблица 2 – Соединение контактов Wemos D1 R2 и RC522

RFID RC522	Wemos D1 R2
RST	GPIO2
SDA	GPIO4
MOSI	GPIO13
MISO	GPIO12
SCK	GPIO14
3.3V	3.3V
GND	GND

3.1.3 Программирование в Arduino IDE

Arduino IDE — это приложение, которое позволяет составлять программы в удобном текстовом редакторе, компилировать их в машинный код, и загружать на все версии Arduino. Приложение является полностью бесплатным, а скачать его можно на официальном сайте сообщества Arduino. В данной среде программирования используется язык C++.

Для того, чтобы контроллер и идентификатор могли общаться между собой посредством этой среды программирования, необходимо скачать и установить с официального сайта Arduino библиотеку «RFID Library for MFRC522» Данная библиотека необходима для того, чтобы в Arduino IDE появились команды для взаимодействия с RC522. Конечный программный код представлен в приложении 1. Алгоритм работы этого кода выглядит следующим образом:

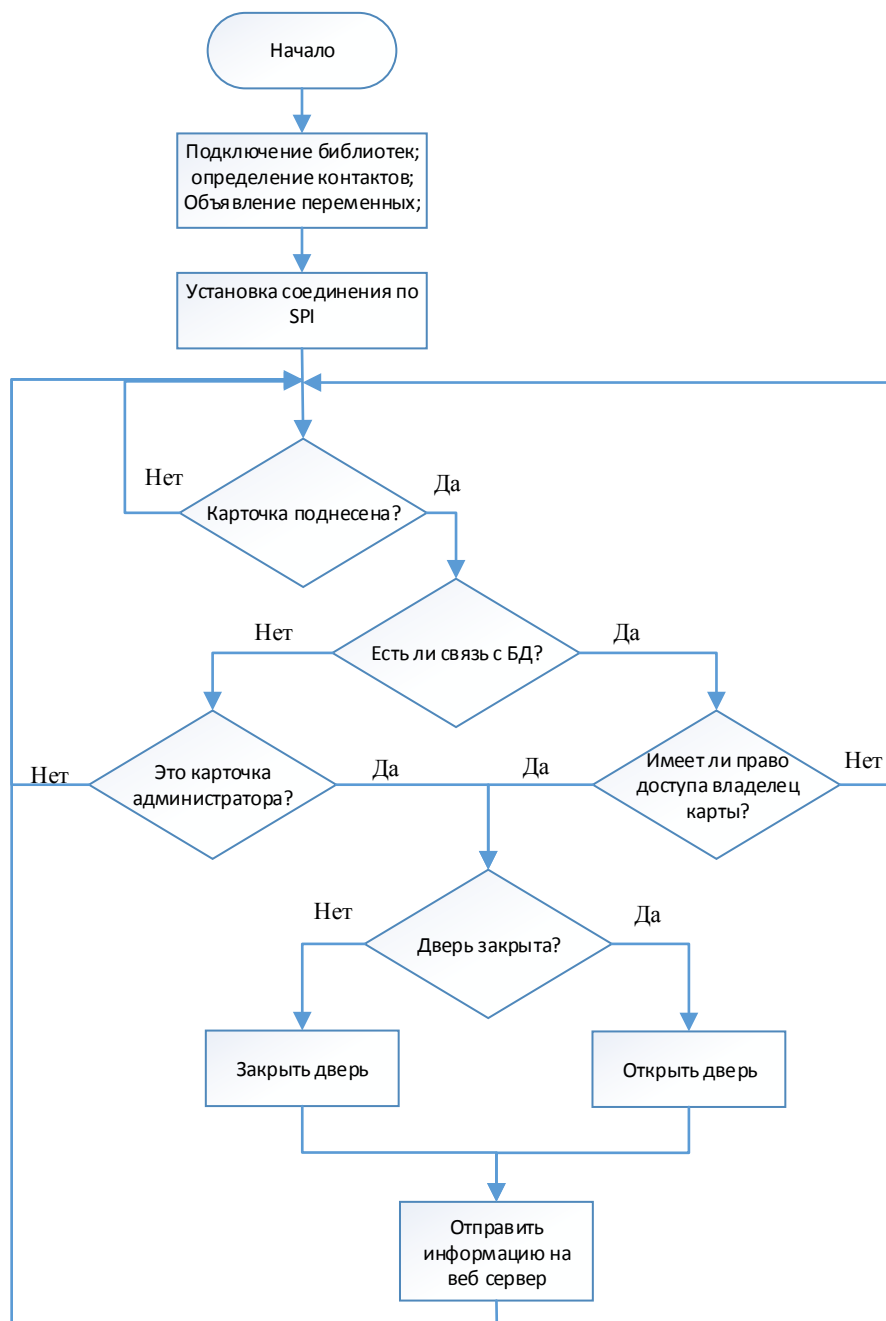


Рисунок 13 – Алгоритм работы кода RC522

В данном коде реализована идентификации карточки либо чипа, оснащенных радиочастотным передатчиком и запись в массив уникального кода поднесённого тэга.

3.2 Работа сервопривода

3.2.1 Понятие сервопривода

Под сервоприводом чаще всего понимают механизм с электромотором, который можно попросить повернуться в заданный угол и удерживать это

положение. Если сказать полнее, сервопривод — это привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т.п.) и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике и устройстве согласно заданному внешнему значению.

Алгоритм работы сервопривода:

- Сервопривод получает на вход значение управляющего параметра.

Например, угол поворота

- Блок управления сравнивает это значение со значением на своём датчике
- На основе результата сравнения привод производит некоторое действие, например: поворот, ускорение или замедление так, чтобы значение с внутреннего датчика стало как можно ближе к значению внешнего управляющего параметра.

Наиболее распространены сервоприводы, которые удерживают заданный угол и сервоприводы, поддерживающие заданную скорость вращения.

3.2.2 Устройство сервопривода

Сервоприводы имеют несколько составных частей:

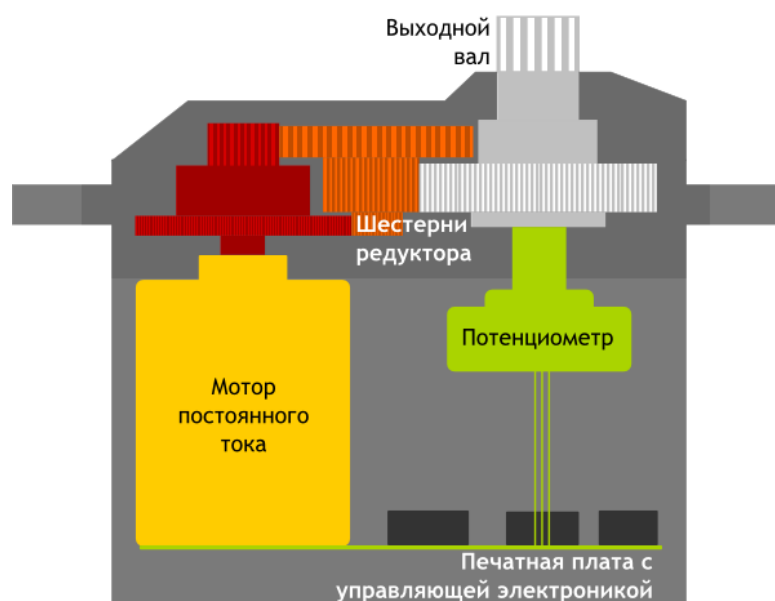


Рисунок 14 – Механизм сервопривода

Привод — электромотор с редуктором. Чтобы преобразовать электричество в механический поворот, необходим электромотор. Однако зачастую скорость вращения мотора бывает слишком большой для практического использования. Для понижения скорости используется редуктор: механизм из шестерней, передающий и преобразующий крутящий момент.

Включая и выключая электромотор, можно вращать выходной вал — конечную шестерню сервопривода, к которой можно прикрепить нечто, чем в дальнейшем планируется управлять. Однако, для того чтобы положение контролировалось устройством, необходим датчик обратной связи, который будет преобразовывать угол поворота обратно в электрический сигнал. Для этого часто используется потенциометр. При повороте бегунка потенциометра происходит изменение его сопротивления, пропорциональное углу поворота. Таким образом, с его помощью можно установить текущее положение механизма.

Кроме электромотора, редуктора и потенциометра в сервоприводе имеется электронная начинка, которая отвечает за приём внешнего параметра, считывание значений с потенциометра, их сравнение и включение/выключение мотора. Она-то и отвечает за поддержание отрицательной обратной связи.

К сервоприводу тянется три провода. Два из них отвечают за питание мотора, третий доставляет управляющий сигнал, который используется для выставления положения устройства. [7]

3.2.3 Соединение сервопривода и Arduino

Используемый в данном проекте сервопривод обладает тремя контактами:

- Питание;
- Контакт для управляющего сигнала;
- GND — земля;

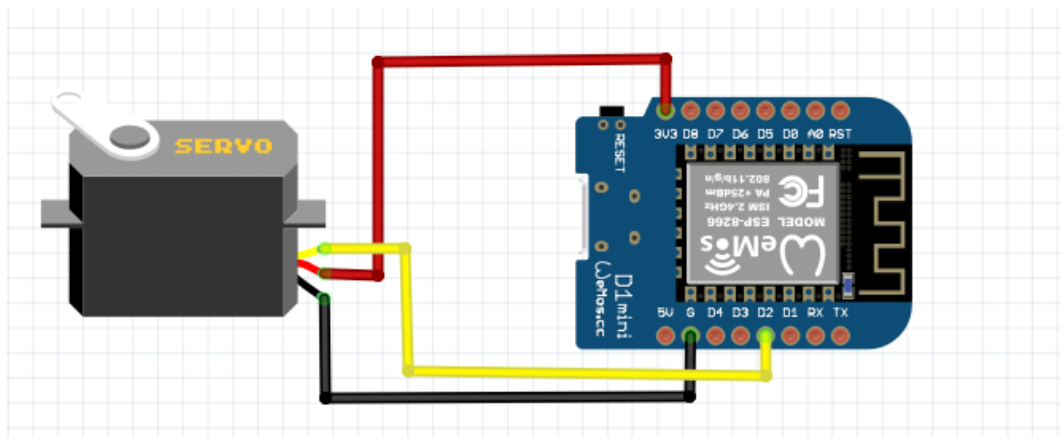


Рисунок 15 – Схема соединения сервопривода и Wemos D1 Mini

На контакт для управляющего сигнала с контроллера приходит сигнал, сообщающий сервоприводу угол, на который необходимо повернуть выходной вал. Для использования команд для управления сервоприводом, необходимо подключить стандартную библиотеку в Arduino IDE и создать объект класса Servo:

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo servo;
```

В области задания настроек программы необходимо задать контакт, который будет использовать как выход для управляющего сигнала, посылаемого на сервопривод:

```
void setup() {  
  servo.attach(0);  
}
```

После подключения библиотеки и создания переменных можно пользоваться командой «Servo.write», которая сообщает сервоприводу угол для поворота. Пример использования в созданном проекте:

```
If (is_door_open==false)  
{ servo.write(180);is_door_open=true;Serial.println("Opening..."); }  
else { servo.write(60);is_door_open=false;Serial.println("Closing..."); }
```

В данном отрывке кода происходит проверка условия «открыта ли дверь?», если это условие неверно, т.е. дверь закрыта, то сервопривод поворачивается на

определенный угол, вращая ручку замка на такой угол, чтобы ригель полностью ушёл в тело замка, таким образом происходит открытие дверей. Если условие «открыта ли дверь?» верно, то сервопривод также поворачивает выходной вал на некоторый угол, возвращая ригель в исходное положение и, тем самым, закрывая дверь.

3.3 Создание и эксплуатация веб сервера

В данном проекте планируется использовать два небольших веб сервера – один на персональном компьютере, для хранения базы данных уникальных ключей и прав доступа, другой – созданный платформой Wemos D1 R2, для хранения истории посещения данного помещения.

3.3.1 Создание веб сервера на персональном компьютере

Для создания и эксплуатации веб сервера на персональном компьютере необходимо дополнительно программное обеспечение. Программа Apache будет выполнять функции http сервера. Именно с ее помощью и будет функционировать веб сервер. Эта программа исполняет все необходимые функции, под ее руководством работает большинство ресурсов сети. Создаваемый сервер не исключение, в силу гибкости и универсальности Apache для создания веб сервера будет использована именно эта утилита. Система конфигурации Apache основана на текстовых конфигурационных файлах. Имеет три условных уровня конфигурации:

- Конфигурация сервера (файл `httpd.conf`).
- Конфигурация виртуального хоста (файлы `httpd.conf` с версии 2.2, `extra/httpd-vhosts.conf`).
- Конфигурация уровня директории (файл. `htaccess`).
- Часть модулей использует в своей работе конфигурационные файлы операционной системы (например, `/etc/passwd` и `/etc/hosts`).

После настройки Apache, в панели быстрого доступа появляется ярлык Apache Monitor, при успешном запуске веб сервера, там можно увидеть следующее:

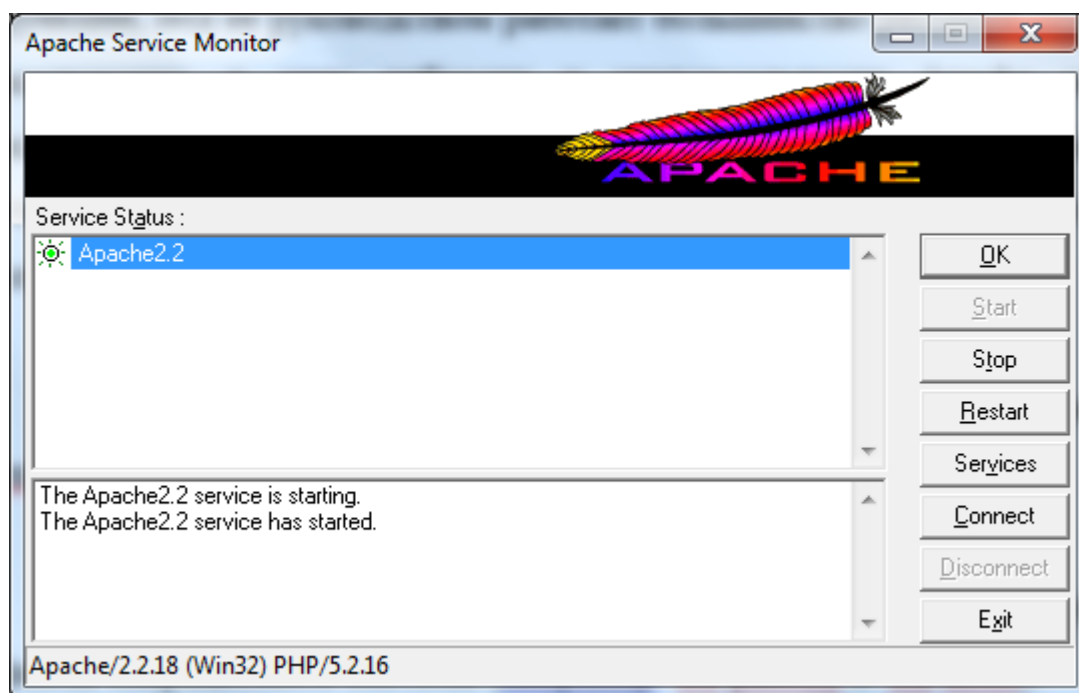
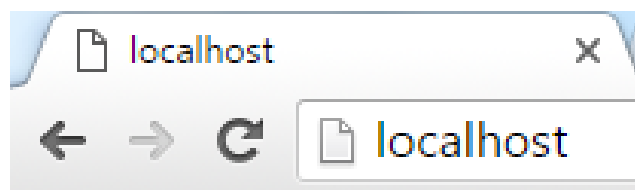


Рисунок 16 – Apache Monitor

Теперь, если в браузере, в поисковой строке вписать «localhost» или IP адрес 127.0.0.1, то на экран выведется следующая надпись:



Hello, world!

Рисунок 17 – Подключение к веб серверу Apache

Текст этой программы, написанной на язык PHP, хранится по умолчанию в папке, где был создан сервер и называется index.php.

3.3.2 Подключение к веб серверу с платформы Wemos D1 R2

Для создания веб сервера с платформы Wemos D1 R2 используется среда программирования Arduino IDE. Для начала, необходимо подключить скачать и подключить библиотеку для использования, встроенного wi-fi модуля. Чтобы подключить библиотеку необходимо ввести команду:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Для подключения к сети wi-fi осуществляется с помощью команды

WiFi.begin(ssid, password), где ssid-имя сети, а password-пароль для данной сети. Описание других команд библиотеки ESP8266.h, используемых в созданной программе:

- client.println() – печатает данные на монитор порта у сервера, к которому подключен клиент;
- WiFi.localIP() – возвращает IP адрес wi-fi сети, к которой подключено данное устройство;
- WiFi.status() – возвращает информацию о состоянии подключения к сети. Список вариантов возвращаемых значений представлен в приложении 2.
- client.connect(ip, port) – команда для присоединения к определённому веб серверу по его IP. Также указывается порт, по которому будет происходить подключение. Для успешного подключения этот порт должен быть свободен и доступен для установления связи с его помощью. Наиболее часто для данных целей используются порты 80 и 443;
- client.available(),client.read() – команды, часто использующиеся в связке. Параметр .available() возвращает количество байт, доступных для чтения. Данная команда проверяет, пришла ли какая-либо информация при запросе от клиента к серверу. Параметр .read считывает информацию, отправленную от сервера клиенту.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями данного исследования могут являться как физические, юридические лица, так и коммерческие организации различных размеров, нуждающихся в безопасности своих объектов.

- Сегментация аудитории по целевому признаку:

- 1) практические цели;
- 2) научно-исследовательские цели.

– Сегментация аудитории по виду потребителей:

- 1) Физические лица, коммерческие предприятия, нуждающиеся в безопасности различных объектов.

- 2) Физические лица, коммерческие предприятия, заинтересованные в ведении статистики посещаемости различных объектов.

- 3) коммерческие предприятия, занимающиеся созданием запорных устройств.

- 4) индивидуальные разработчики, создающие подобного рода запорные устройства.

По отношению к принципам работы Интернет-ресурса, можно произвести сегментацию рынка по следующим критериям:

– Сегментация по типу запорных устройств:

- 1) Накладные, навесные замки;
- 2) Электронно-механические замки;
- 3) Запорное устройство с дистанционным управлением.


– Сегментация по размеру компании-производителя:

- 1) крупные;
- 2) средние;
- 3) мелкие.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка по наиболее важным критериям

		Тип запорных устройств		
		Накладные, навесные замки	Электронно-механические замки	Запорное устройство с дистанционным управлением.
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Примечания к таблице 3:

 - области, где имеются готовые продукты различных компаний.

Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать выводы,

- Основным сегментом рынка выбрана область запорных устройств с дистанционным управлением для средней по размеру компании.
- Необходимо создать дистанционное управление запорных устройств.
- Сегменты рынка, которые привлекательны для развития разработок в будущем: создание запорного устройства и создание специального ПО для дистанционного управления.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;

- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок), где B_{k1} – «Lockitron», B_{k2} – «UniKey Tech.».

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_f	B_{k1}	B_{k2}	K_f	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в чтении и корректировке программного кода	0.15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
2. Потребность в ресурсах памяти контроллера	0.05	3	5	3	0,15	0,25	0,15
3. Функциональное исполнение системы	0.1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
4. Качество системы позиционирования	0.05	3	5	3	0,15	0,25	0,15
5. Возможность использования с любым другим контроллером на базе Arduino UNO	0.05	3	1	1	0,15	0,05	0,05
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность ПО	0.1	4	5	4	0,4	0,5	0,4

2. Уровень востребованности потребителей ПО среди	0.1	1	5	3	0,1	0,5	0,3
3. Цена	0.1	3	5	1	0,3	0,5	0,1
4. Финансирование разработки ПО	0.2	3	3	3	0,6	0,6	0,6
5. Срок исполнения системы	0.1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	35	44	33	3,6	4,4	3,5

Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что наша разработка имеет средний уровень конкурентоспособности.

Позиции конкурентов особенно уязвимы в потребности в ресурсах памяти и ценовом диапазоне. Так же в зоне уязвимости может оказаться финансирование научной разработки.

Конкурентное преимущество нашей разработки в функциональной мощности, сроке выхода на рынок, местность распространения и конкурентоспособности.

4.1.3 SWOT-анализ

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе (Таблица 4).

Таблица 5 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей).</p> <p>С2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности).</p>	<p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров.</p>

	<p>С3. Конкурентоспособность продукта.</p> <p>С4. Срок выхода на рынок.</p> <p>С5. Высоко квалифицированный научный труд.</p>	<p>Сл3. Отсутствие специального ПО</p> <p>Сл4. Уровень проникновения на рынок.</p> <p>Сл5. Большой срок поставок плат, используемых для проведения научного исследования.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения продукта на рынок.</p> <p>В2. Использование развитой международной инфраструктуры для более быстрой доставки плат.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность продукта и ускорить выход на рынок. Так же использование развитой международной инфраструктуры поможет ускорить выход продукта на рынок. Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию высоко квалифицированного научного труда. Благодаря снижению таможенных пошлин на платы возможно повышение конкурентоспособности продукта.</p>	<p>Появление дополнительного спроса на новый продукт может привести к отсутствию у потенциальных потребителей квалифицированных кадров. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях может привести к увеличению срока поставки плат, используемых для проведения научного исследования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии производства может замедлить срок выхода</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии производства и высокая стоимость оборудования</p>

У2. Конкуренция производителей продукта.	Развитая конкуренция производителей продукта может привести к снижению конкурентоспособности продукта. Ограничения памяти платы Arduino и высокая стоимость оборудования и плат требует более высоко квалифицированный научный труд и затягивает срок выхода на рынок.	и плат может привести к отсутствию прототипа научной разработки, отсутствию потенциальных потребителей, необходимого оборудования для проведения испытания ПО, ухудшить уровень проникновения на рынок и увеличить сроки поставки плат. Выпуск более новых чипов для Arduino может способствовать к отсутствию необходимого оборудования для проведения испытания ПО.
У3. Ограничения памяти платы Arduino.		
У4. Выпуск более новых чипов для Arduino.		
У5. Высокая стоимость оборудования и плат.		

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Таблица 6 – Морфологическая матрица для Web-справочника

	1	2	3
А. Модель запорного устройства	ЗН1-2.1	CISA, EVA , TESA , Гардиан	Любой запорный механизм
Б. Питание платы	5V	Без питания	
В. ПО для программирования контроллера	Arduino IDE	Любое другое (Visual Studio C++)	
Г. Управление запорным устройством	Сервопривод	Магнит	Привода
Д. Считыватель меток	Радиочастотная система (RFID)	Электромагнитная система	Акустомагнитная система

Из полученной морфологической матрицы, можно получить как минимум 4 варианта реализации и направления научных исследований при работе над проектом:

- Исполнение 1. А2Б1В1Г3Д3
- Исполнение 2. А3Б1В2Г2Д2.
- Исполнение 3. А1Б1В1Г1Д1
- Исполнение 4. А3Б1В1Г1Д2

В дальнейших расчетах именно эти варианты работы над проектом будут рассматриваться в качестве различных исполнений реализации разработки.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;

- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.

Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, студент
	3	Проведение патентных исследований	Научный руководитель, студент
	4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент
Проектирование структуры ПО	5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент
	6	Проектирование структуры ПО	Научный руководитель, студент
	7	Разработка ПО	Научный руководитель, студент

	8	Тестирование ПО	Студент
<i>Проведение ОКР</i>			
Оформление отчета но НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Оформление расчетно- пояснительной записки	Студент
	10	Оформление графического материала	Студент
	11	Подведение итогов	Научный руководитель, студент

4.3.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вд}}$ – выходные дни ($T_{\text{вд}} = 52$);

$T_{\text{пд}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пд}} = 12$).

$$T_K = \frac{366}{366 - 52 - 12} = 1,212$$

В приложении 4 названного как график проведения научного исследования, приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.3 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расч}i} , \quad (7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 7.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Блокнот	40	2 шт.	80
Бумага для принтера формата А4	150	2 уп.	300
Ручка шариковая	10	4 шт.	40
Карандаш	10	2 шт.	20
Стирательная резинка	5	2 шт.	10
Итого:			450

Расходы на материалы составили

$$З_m = 450 \text{ рублей.}$$

4.3.4 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (плат, проводов, различного рода механизмов, устройств и приводов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 8.

Таблица 9 – Материальные затраты на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Коли чество	Сумма, руб.
Arduino UNO	600	1 шт.	600
Затраты на доставку Arduino UNO	90	1 шт.	90
Сервопривод	100	2 шт.	200
RFID RC522	250	1 шт.	250
Запорное устройство ЗН1-2.1	300	1 шт.	300
Итого:			1440

Расходы на приобретение спецоборудования для научных работ:

$$З_{\text{со}} = 1440 \text{ рублей.}$$

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (13)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2015 г. в соответствии с положениями ст.58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0.22 (22%), ФСС РФ – 0.029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблице 11).

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	68822,29	–
С	79565,29	–
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$k_{внеб} = 27,1\%$	
Итого:	40213,03	

$$З_{внеб} = 27,1 \times 148387,58 = 40213,03$$

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр}, \quad (14)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{накл} = (40213,03 + 148387,58 + 990 + 450) \cdot 0,16 = 30406,5$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 12.

Таблица 11– Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	450	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1740	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148387,58	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	40213,03	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	30406,5	16 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	221197,11	Сумма ст. 1- 5

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл. 16). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи

принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a , b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблице 13).

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исслед. Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Уровень новизны	0,3	5	5	5

2. Теоретический уровень	0,3	5	3	3
3. Возможность реализации	0,4	5	3	3
ИТОГО	1	5	3,6	3,6

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (17)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 13) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (18)$$

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5	3,6	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5	3,6	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,39	1	1

Таким образом, исполнение № 1 является наиболее функциональным и ресурсоэффективным по сравнению с исполнениями № 2 и № 3. Все 3 исполнения с финансовой точки зрения одинаково эффективны.

5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Целью данной работы являлось создание системы входа в помещение, также обладающей возможностью введения учёта посещаемости. Практическая значимость данной работы тем выше, чем желание управляющего персоналом удобно отслеживать посещаемость рабочего места, либо помещения с ограниченным уровнем доступа. Каждый ответственный за какое-либо помещение, будь то склад, архив, лаборатория либо же обычный кабинет желает быть в курсе посещаемости данного помещения, но не всегда имеет возможность. Данная система нацелена не только на предоставление такой возможности, но и обеспечения удобства отслеживания с использованием современных технологий. Мною была разработана именно такая система, несомненно, имеющая аналоги на современном рынке, но противопоставляющая им простоту использования и запрашиваемую цену. Объектом исследования являлась технология учёта посещаемости и замены открытия дверей ключами на открытие дверей с использованием радиочастотной идентификации, уже повсеместно распространенной в современном обществе.

5.2 Производственная безопасность

В этом пункте проводится анализ опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при разработке или эксплуатации проекта. Для выбора опасных и вредных факторов используется ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [5].

Таблица 14 – Опасные и вредные факторы при разработке проекта

Источник фактора	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	

1. Наладка аппаратной части за персональным компьютером 2. Сборка и тестирование работы устройства	1. Отклонение показателей микроклимата 2. Повышенный уровень шума 3. Недостаточная освещенность 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений	1. Электрический ток	1. СанПиН 2.2.4.548–96. [6] 2. СанПиН 2.2.2/2.1.8.562-96 [7] 3. СанПиН 2.2.2.542-96 [8] СанПиН 52.13330.2011 [9] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [10] 6. ГОСТ 12.1.038-82 [11]
---	---	----------------------	---

Для каждого фактора должны быть внедрены мероприятия по защите оператора от их влияния.

5.3 Анализ вредных факторов

5.3.1 Отклонения показателей микроклимата

Существуют гигиенические требования СанПиН 2.2.4.548-96 [6] к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, периодов года. Санитарные нормы и правила предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Определим необходимые параметры микроклимата и воздушной среды для помещения.

Работа на стенде относится к категории работ Ia [6], к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 4:

Таблица 15 – Оптимальные параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96

Сезон	Температура воздуха, t, °C	Температура поверхностей, t, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный (средне суточная температура меньше 10°C)	22-24	21 - 25	60-40	0.1
Теплый (среднесуточная температура воздуха 10°C и выше)	23-25	22-26	60-40	0.1

Допустимые параметры микроклимата приведены в таблице 17:

Таблица 16 – Допустимые параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96

Сезон	Температура воздуха, °C		Температура поверхности, °C	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже опт.	Диапазон выше опт.			Диапазон выше опт.	Диапазон ниже опт.
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: в теплое время года для удаления избыточного тепла и влаги используется кондиционер, в холодное время года вводится система центрального отопления.

5.3.2 Повышенный уровень шума

Шум возникает во время работы оборудования. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, электрический двигатель, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора. Шум воздействует на органы слуха и на весь организм человека через центральную нервную систему, ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

По нормам СН 2.2.2/2.1.8.562-96 [7] (таблица 18) при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБ.

Таблица 17 – Допустимый уровень шумов по СН 2.2.2/2.1.8.562-96

пп	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Наиболее действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума. [7]

5.3.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер. [8]

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в

себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Таблица 18 – Допустимые уровни напряженности электромагнитных полей при работе с видеодисплейными терминалами и персональными электронно-вычислительными машинами (СанПиН 2.2.2.542-96) [8].

№	Параметры воздействия, частота излучения	Допустимые значения
1	Статическое поле	20 000 В/м
2	На расстоянии 50 см вокруг - диапазон частот 5 Гц – 2кГц - диапазон частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
3	Переменное поле на расстоянии 50 см вокруг	0,25 А/м
4	Магнитная индукция не более - диапазон частот 5 Гц – 2кГц - диапазон частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
5	Поверхностный электростатический потенциал не более	500 В

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной

санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом. [8]

5.3.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения. Неудовлетворительное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация, также, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок по СП 52.13330.2011 [9].

Рациональное освещение рабочего места позволяет предупредить травматизм и многие профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность, действует на человека тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности и увеличивает производительность труда. Из-за постоянной занятости перед монитором возникает перенапряжение зрительное.

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза.

Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности по СП 52.13330.2011 [9] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещённости для работы за ПК приведено в таблице 8:

Таблица 19 – Нормирование освещенности для работы с ПК по СП
52.13330.2011

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении и зрении на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО ен, %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	418**	015***	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 21:

Таблица 20 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК по СП
52.13330.2011

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
между рабочими поверхностями	3:1–5:1
между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

Выполним расчет естественного освещения. Расчет производится согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение». Лабораторная комната имеет размеры 7 х 5 х 2,5 м, в которой установлены 2 окна размером 1,6 х 2,2 м. Освещение боковое, одностороннее, выделение пыли и других аэрозолей допустимо с концентрацией не более 5 мг/м³.

Итак, зная размеры окон и их количество, можем рассчитать эквивалентную площадь световых проемов по формуле (1):

$$S_{\text{эkv}} = N \cdot S_{\text{окна}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 2,2 = 7,04 \text{ м}^2. \quad (1)$$

Площадь помещения найдём из размеров аудитории по формуле (2):

$$S = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Далее также будут применены следующие величины СП 52.13330.2011 [5]:

а) $n_0 = 9$ – световая характеристика окна, зависящая от глубины помещения, выступа окна и соотношения длин сторон;

б) $K_{зд} = 1,2$ – коэффициент, учитывающий уменьшение КЕО от затемнения противостоящим зданием;

в) $r_1 = 3$ – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей;

г) t_0 – общий коэффициент светопропускания, вычисляющийся как

$$д) \quad t_0 = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,27,$$

где:

$t_1 = 0,8$ - зависит от вида светопропускающего материала;

$t_2 = 0,6$ - зависит от вида проема;

$t_3 = 0,7$ - зависит от степени загрязнения светопропускающего материала;

$t_4 = 0,8$ - зависит от несущих конструкций.

Рассчитаем фактический коэффициент естественного освещения (КЕО) по формуле (3):

$$\text{КЕО}_\phi = \frac{S_{\text{экв}} \cdot t_0 \cdot r_1 \cdot 100}{S \cdot n_0 \cdot K_{зд}} = \frac{7,04 \cdot 0,27 \cdot 3 \cdot 100}{35 \cdot 9 \cdot 1,2} = 1,51. \quad (3)$$

Получили, что фактический коэффициент естественного освещения соответствует норме согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [14].

Рассчитаем фактическое искусственное освещение. Как уже говорилось, основными источниками искусственного освещения являются лампы белого света ЛБ-20 в количестве $N = 20$ шт. Световой поток одной лампы $F = 1180$ лм. Коэффициент запаса примем равным $k = 1,1$, а коэффициент минимальной освещённости $z = 1,1$.

Для начала найдем индекс помещения по формуле (4):

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a + b)}, \quad (4)$$

где:

S – площадь помещения;

a и b – длина и ширина помещения;

h_p – расчетная высота, равная:

$$h_p = h - h_c - h_{p.п}, \quad (5)$$

где:

h – высота помещения;

$h_c = 0,2$ м – расстояние от перекрытия до светильника;

$h_{p.п} = 1$ м – расстояние от пола до рабочей поверхности.

Отсюда, индекс помещения равен:

$$i = \frac{S}{(h - h_c - h_{p.п}) \cdot (a + b)} = \frac{35}{(2,5 - 0,2 - 1) \cdot (6 + 5)} = 2,45. \quad (6)$$

Зная индекс помещения, определим коэффициент использования светового потока по СанПиН 2.2.4.1191-03 [10]. Коэффициент использования светового потока равен $n = 0,62$.

Теперь воспользуемся формулой (7) и рассчитаем фактическое искусственное освещение:

$$E = \frac{F \cdot N \cdot n}{S \cdot z \cdot k} = \frac{1180 \cdot 20 \cdot 0,62}{35 \cdot 1,1 \cdot 1,1} = 345,5 \text{ лк.} \quad (7)$$

Таким образом, из рассчитанных данных видно, что использование имеющегося числа газоразрядных ламп достаточно для соблюдения норм искусственной освещенности на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [6] и удовлетворяет требованиям освещённости на рабочем столе по таблице 7.

5.4 Анализ опасных факторов

Электробезопасность

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Согласно с ГОСТ 12.1.038-82 [11] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности, и соответствует установленным условиям [11]:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;
- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия.

5.5 Экологическая безопасность

В результате анализа реализации предлагаемых в данной ВКР конструкторских и технологических инноваций, источник загрязнения окружающей среды — это люминесцентные лампы, находящиеся в помещении. Сам объект не содержит элементов, содержащих токсические вещества, не производит выбросов в атмосферу, а составные части системы не требуют специальной утилизации или обработки по истечению срока службы.

Утилизация люминесцентной лампы обязана обеспечиваться в соответствии со всеми пунктами закона о переработке и захоронении высокотоксичных отходов. В противном случае при химическом

взаимодействии с воздухом и почвой ртутные пары преобразуются в органические соединения, которые обладают более сильным отравляющим воздействием на все живые организмы.

Утилизация люминесцентных ламп предусматривает несколько технологических процессов, которые позволяют получить безопасные отходы для захоронения и сырье для дальнейшего использования:

- Стекло или колбы – готовы к вторичному применению.
- Алюминий и люминофор – смесь, содержащая ртуть.

Механизм переработки может проходить химическим или термическим методом, каждый из которых имеет несколько вариантов [12]:

- Амальгамирование происходит с участием неорганических материалов – меди, титана, цинка, золота и серебра. Процесс позволяет преобразовать ртуть в полутвердую амальгаму.

- Высокотемпературный обжиг, которому подвергаются отходы с содержанием ртути с целью нейтрализации токсических веществ, предусматривает обязательную очистку воздуха от токсичного пара.

- Утилизация ртутных ламп термическим методом позволяет собирать пары ртути и регенерировать ее в сырье для последующего использования.

Наиболее действенным способом защиты окружающей среды, является замена на светодиодные лампы.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятным чрезвычайными ситуациями при разработке устройства являются пожар на рабочем месте. Потенциальное возникновение пожара связано с возможным накоплением токоведущей пыли внутри компьютера, что может привести к короткому замыканию, возгоранию пыли и, если не будет принято никаких мер, распространению пожара. В связи с возможной угрозой возникновения пожара был разработан план действий согласно с [13]:

- в случае обнаружения возгорания необходимо сообщить руководителю и попытаться потушить очаг возгорания своими силами с помощью средств первичного пожаротушения такими как: огнетушитель (порошковый, углекислотный);
- в случае если потушить очаг возгорания не удастся, привести в действие ручной пожарный извещатель;
- немедленно сообщить о чрезвычайной ситуации в пожарную охрану по телефону 01 (сотовый 010), назвать адрес объекта, место и причины возникновения пожара;
- принять меры по эвакуации людей, материальных ценностей; приступить к тушению пожара, отключив электроэнергию;
- встретить подразделения пожарной охраны и, при необходимости, оказать помощь при выборе наилучшего пути для подхода к очагу пожара.

План эвакуации предоставлен на рисунке 18.



Рисунок 18 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2, 1-й этаж

5.7 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочие места, оборудованные персональными компьютерами, должны располагаться по отношению к световым проемам таким образом, чтобы естественный свет падал с боковой стороны, преимущественно слева.

Расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 м, расстояние между экраном монитора и задней частью другого монитора – не менее 2 м.

Рабочий стол может быть любой конструкции, которая отвечает современным требованиям эргономики и позволяет удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Целесообразно применение столов, имеющих отдельную от основной столешницы специальную рабочую поверхность для размещения клавиатуры. В случае, когда используется стол с нерегулируемой высотой рабочей поверхности, его высота должна быть в пределах от 680 до 800 мм. Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм, ширина – 1600 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм, на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы работника и позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На любом предприятии и в каждой организации есть помещения, в которых хранится аппаратура либо документы с ограниченными правами доступа. Несомненно, человек, ответственный за сохранность подобного рода вещей, заинтересован в том, чтобы доступ к ним оставался в установленных границах, с целью поддержания максимального уровня безопасности.

В настоящей выпускной квалификационной работе была разработана система автоматической регистрации посещаемости аудитории на основе Arduino. В данной системе были использованы следующие элементы:

- Микроконтроллер Wemos D1 R2;
- RFID – считыватель модели RC522;
- Сервопривод;
- Запорное устройство;
- База данных на веб сервере.

Поставленная цель работы, а именно, создание системы учёта посещаемости с возможностью дистанционного отслеживания, была успешно достигнута.

Данная система может быть внедрена на абсолютно любых предприятиях и организациях, заинтересованных в повышении безопасности какого-либо помещения. Отличительной особенностью данной системы является наличие взаимодействия устройства идентификации с удаленным веб сервером при помощи технологии Wi-Fi.

Для улучшения данной системы, необходимо добавить возможность отслеживания посещаемости при помощи Wi-Fi не только по локальной сети, но и из любой другой сети.

CONCLUSION

In any enterprise, and every organization has facilities that store the equipment or documents with restricted access rights. Undoubtedly, the person responsible for the safety of this kind of things, interested in the fact that access to them remained within the established boundaries, to maintain the maximum level of security.

In this final qualification work, we have developed a system of automatic registration of attendance of the audience based on Arduino. In this system, we used the following elements:

- Microcontroller Wemos D1 R2;
- RFID reader RC522 model;
- Servo;
- Closure device;
- Database on a web server.

The goal of the work, namely, the creation of a system of attendance with the ability to remotely track, was successfully achieved.

This system can be applied to absolutely any business and organizations interested in enhancing security of any premises. A distinctive feature of this system is the presence of interaction between the identification device with a remote web server using Wi-Fi technology.

To improve this system, to add the ability to track attendance using Wi-Fi not only on LAN but also from any other network.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Финкенцеллер, Клаус. Справочник по RFID. Теоретические основы и практическое применение индуктивных радиоустройств, транспондеров и бесконтактных чип-карт : пер. с нем. / К. Финкенцеллер. — Москва: Додэка-XXI, 2008. — 489 с.: ил. — Библиогр.: с. 461-471. — Предметный указатель: с. 479-488. — ISBN 978-5-94120-151-8.
2. Васильев, М. Б. Система биометрической идентификации / М. Б. Васильев; науч. рук. А. А. Пономарёв // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 23-24 марта 2010 г. г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. О. М. Гергета. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 180-181.
3. Петин, Виктор Александрович. Микрокомпьютеры Raspberry Pi : практическое руководство / В. А. Петин. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. — 239 с.: ил. — Электроника. — ISBN 978-5-9775-3519-9.
4. Технологии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Противокражная_система свободный. — Загл. с экрана.
5. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы»;
6. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
7. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
8. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;

9. СанПиН 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.

10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»

11. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

12. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ Об отходах производства и потребления.

13. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования».

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Листинг скетча для RC522

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define RST_PIN 2 //
#define SS_PIN 4 //
unsigned long uidDec, uidDecTemp;
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Создание объекта mfrc522 класса
MFRC522

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  SPI.begin();
  mfrc522.PCD_Init(); // Init MFRC522
}

void loop() {
  if(mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
    first_card_come=true;
    unsigned long uid = getID();
    if(uid != -1){
      reader = String(uid);
      reader.toCharArray(from_card,12);
      Serial.println(from_card);
      for (i=11;i<305;i=i+1) {
        int x=i;
        for (int a=11;a>=0;a=a-1){
          arr_id[a]=all[i];
          i=i-1;
        }
        i=x;
        int a=0;
```



```

    for (i=0;i<strlen(from_card);i=i+1) {if (arr_id[i]==from_card[i]) a=a+1; }
    if (a==strlen(from_card) and all[x+8]=='1'){
        Serial.println("Welcome!");
    }
    else if (a==strlen(from_card) and all[x+9]=='0'){
        Serial.println("You're not welcome here :(");
    }
    i=x;
}
}
}

void ShowReaderDetails() {
    // Get the MFRC522 software version
    byte v = mfrc522.PCD_ReadRegister(mfrc522.VersionReg);
    Serial.print(F("MFRC522 Software Version: 0x"));
    Serial.print(v, HEX);
    if (v == 0x91)
        Serial.print(F(" = v1.0"));
    else if (v == 0x92)
        Serial.print(F(" = v2.0"));
    else
        Serial.print(F(" (unknown)"));
    Serial.println("");
    // When 0x00 or 0xFF is returned, communication probably failed
    if ((v == 0x00) || (v == 0xFF)) {
        Serial.println(F("WARNING: Communication failure, is the MFRC522
properly connected?"));
    }
}

```

```

    }
}
unsigned long getID(){
    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) { //Since a PICC placed get Serial and
continue
        return -1;
    }
    unsigned long hex_num;
    hex_num = mfrc522.uid.uidByte[0] << 24;
    hex_num += mfrc522.uid.uidByte[1] << 16;
    hex_num += mfrc522.uid.uidByte[2] << 8;
    hex_num += mfrc522.uid.uidByte[3];
    mfrc522.PICC_HaltA(); // Stop reading
    return hex_num;
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Список вариантов значения команды `WiFi.status()`

WL_CONNECTED: возвращается, если установление связи с wi-fi сетью прошло успешно;

WL_NO_SHIELD: данный статус присваивается, если платформа не может найти устройство для связи с wi-fi;

WL_IDLE_STATUS: это временный статус, присваиваемый во время выполнении команды `WiFi.begin()`. Статус будет сохраняться в таком виде, пока не кончится число попыток соединения (в результате присвоится статус **WL_CONNECT_FAILED**) или соединение успешно установится (произойдёт присвоение статуса **WL_CONNECTED**);

WL_NO_SSID_AVAIL: возвращается, когда нет доступной сети с таким именем;

WL_SCAN_COMPLETED: используется при сканировании wi-fi сетей, сообщает о том, что сканирование завершилось успешно;

WL_CONNECT_FAILED: данный статус присваивается по окончании числа попыток соединения с сетью;

WL_CONNECTION_LOST: этот статус сообщает о том, что соединение с сетью потеряно;

WL_DISCONNECTED: возвращается, если произошло отключение от сети wi-fi ;

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – График проведения научного исследования

	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					T_{Pi}		T_K	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка задачи	НР	3	5	3,8	4,56	–	5,53	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	4	2,8	0,34	3,36	0,41	4,07
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	13	11,2	4,03	13,44	4,88	16,28
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	0,67	3,36	0,81	4,07
Обсуждение литературы	НР, И	2	4	2,8	1,01	3,36	1,22	4,07
Проектирование структуры продукта	НР, И	15	20	17	20,4	14,28	24,72	17,30
Разработка продукта	НР, И	12	15	13,2	7,92	15,84	9,60	19,19
Тестирование продукта	И	6	10	7,6	-	9,12	-	11,05
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	-	8,64	-	10,47
Оформление графического материала	И	2	5	3,2	-	3,84	-	4,65
Подведение итогов	НР, И	2	3	2,4	1,72	2,88	2,08	3,49
Итого:				74	40,65	78,12	49,27	94,68

